ASTRONOMYE



Benzion Hoffman





NATIONAL YIDDISH BOOK CENTER
AMHERST, MASSACHUSETTS
413 256-4900 | YIDDISH@BIKHER.ORG
WWW.YIDDISHBOOKCENTER.ORG



MAJOR FUNDING FOR THE
STEVEN SPIELBERG DIGITAL YIDDISH LIBRARY
WAS PROVIDED BY:

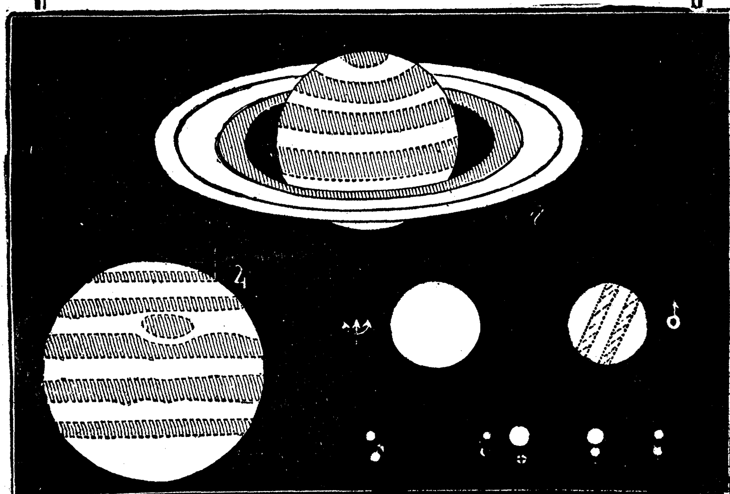
Lloyd E. Cotsen Trust
Arie & Ida Crown Memorial
The Seymour Grubman Family
David and Barbara B. Hirschhorn Foundation
Max Palevsky
Robert Price
Righteous Persons Foundation
Leif D. Rosenblatt
Sarah and Ben Torchinsky
Harry and Jeanette Weinberg Foundation
AND MEMBERS AND FRIENDS OF THE
National Yiddish Book Center



The *goldene pave*, or golden peacock, is a traditional symbol of Yiddish creativity. The inspiration for our colophon comes from a design by the noted artist Yechiel Hadani of Jerusalem, Israel.

ארבייטער רינג ביבליאָטעק נומ. XIV—XIII—XII

אַסטראָנאָמיע



פון

דר. ב. האָפמאַן (צביון)

אַרויסגעגעבען פון דער עדיוקיישאָנאַל קאָמיטע פון אַרב. רינג.

פאָרוואָרט

דאָס פאָרליעגענדע ווערק איז ניט קיין לעהרבוך צו שטודירען אַסטראָנאָמיע נאָר אַ לעזע־בוך צו לעזען וועגען אַסטראָנאָמיע.

עס איז נאָך אַ ביסעל צו פריה אַרויסצוגעבען אין אידיש טעקסט־ביכער און לעהר־ביכער איבער די העכערע וויסענשאַפטען, ווען עס זיינען נאָך ניטאָ קיין טעקסט־ביכער און לעהר־ביכער איבער די עלעמענטאַר־וויסענשאַפטען.

אונזער אידישע ליטעראַטור איז נאָך פאָרלויפיג זעהר אָרים אין וויסענשאַפטליכע ביכער, אַז מען זאָל קענען שטודירען וויסענשאַפט אין אידיש. אום צו לערנען און שטודירען אַסטראָנאָמיע דאַרף מען האָבען אַ גענוגענדע פאָרבילדונג אין פיזיק און מאַטעמאַטיק. ליידער זיינען אין אידיש נאָך ניט פאַראַן די נויטיגע ביכער, פון וועלכע צו לערנען די צוויי דערמאָהנטע וויסענשאַפטען, אום צו קענען זיך פאָרברייטען צו שטודירען גרינדליך די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט.

דאָס פאָרליגענדע בוך האָט דעריבער דעם צוועק צו געבען דעם לעזער אַ מעגליכקייט זיך צו בעקענען מיט דער וויכטיגער און אינטערעסאַנטער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, ווען ער האָט אפילו ניט די נויטיגע פאָרבילדונג צו לערנען און צו שטודירען אַסטראָנאָמיע ווי געהעריג. דער פערפאַסער האָט זיך געגעבען די מיה צו שאַפען אַ פּאָפּולער לעזע־בוך איבער אַסטראָנאָמיע, איבערצוגעבען אין אַ לייכטע, פערשטענדליכע פאָרם די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט און איהרע הויפט־געזעצען, אָהן דעם געברויך פון מאַטעמאַטישע פאָרמולעס, וועלכע זיינען דעם דורכשניטליכען אידישען לעזער ניט בעקאַנט, און אויסמיידענדיג די פערשיעדענע מאַטעמאַטישע אויסרעכנונגען, וועלכע ווערען געוועהנליך בענוצט אין אַסטראָנאָמישע לעהר־ביכער פאַר סטודענטען, אָבער וועלכע זיינען דעם דורכשניטליכען אידישען לעזער שווער צו בעגרייפען, ניט האָבענדיג די נויטיגע מאַטעמאַטישע פאָרבילדונג.

ווען דער פערפאַסער האָט זיך גענומען צו דער אַרבייט צוזאַמענצושטעלען אַ פּאָפּולערע אַסטראָנאָמיע אויף אידיש, האָט ער אָנפאַנגס געדענקט, אַז עס וועט זיין גענוג אויסצוקלייבען אַ פּאָפּולער

אסטראָנאָמיש בוך, אין וועלכער עס איז פרעמדער שפּראך און עס בעארבייטען אין אידיש. ער האָט זיך אָבער באַלד איבערצייגט, אַז דאָס איז אונמעגליך. דאָס פּאָפּולערסטע וויסענשאַפטליכע בוך אין אַ פרעמדע שפראַך איז אָפט ניט פּאָפּולער גענוג פאַר דעם אידישען לעזער, וואָס האָט ניט געהאַט קיין סיסטעמאַטישע עלעמענטאַרע שול־בילדונג. דער אידישער לעזער קען אָפט האָבען פיעל מעהר ידיעות פון די העכערע וויסענשאַפטען, אָבער עס פעהלען איהם די ידיעות פון די עלעמענטאַרע שול־וויסענשאַפטען, בעזאָנדערס אין מאַטעמאַטיק און נאַטור־וויסענשאַפט. עס זיינען פאַראַן אַ גאַנצע רייה מאַטעמאַטישע, טעכנישע און נאַטור־וויסענשאַפטליכע בעגריפען, וועלכע זיינען גוט בעקאַנט פאַר יעדען איינעם, וואָס האָט אין דער יוגענד בעזוכט אַן עלעמענטאַר שול, זיי זיינען אָבער אָפט פרעמד אפילו דעם אינטעליגענטען אידישען לעזער, וואָס האָט קיין שול אין זיין יוגענד ניט בעזוכט.

דער פערפאַסער האָט דעריבער געפונען פאַר נויטיג צונויפצושטעלען אַ בוך איבער אסטראָנאָמיע אין אידיש, וואָס זאָל זיין ספּעציעל צוגעפּאַסט פאַר דעם אידישען לעזער, און ער האָט זיך פאַר זיין ארבייט בענוצט מיט פערשיעדענע קוועלען, בעזאָנדערש מיט די ארבייטען פון ניוקאָם, יאַנג, טאָד, לאָקיער און קליין.

נאָר ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס די בעשטרעבונג פון פערפאַסער איז געווען צו שאַפען ניט מעהר ווי אַ פּאָפּולערען לעזעבוך איבער אַסטראָנאָמיע, האָט ער דאָך ניט אויסגעלאָזען קיין איין וויכטיגען געזעץ און בעגריף פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, ווי שווער זיי זאָלען ניט זיין צו ערקלערען און פערשטענדליך צו מאַכען פאַר דעם דורכשניטליכען אידישען לעזער. דאָס בוך ענטהאַלט אַלע וויכטיגע געזעצען און בעגריפען פון דער אַסטראָנאָמיע, און ווען דער לעזער וועט נור שענקען די נויטיגע אויפמערקזאַמקייט צו דעם וואָס ער וועט לעזען און וועט זיך ניט פוילען דורכצולעזען מאַנכע שווערערע קאַפּיטעל אַ צווייטען מאָל, וועט ער זיך ערווערבען אַן אַלגעמיינע בעקאַנטשאַפט מיט דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט און וועט אין אַ גרויסער מאָס בערייכערען זיינע בעגריפען וועגען דער נאַטור, איהרע געזעצען און געהיימניסע.

דר. ב. האָפמאַן.

ניו יאָרק, יאַנואַר, 1918.

אינהאַלט:

פאָרוואָרט. זייט 3—4
אינהאַלט. זייט 5—7

1. אַסטראָנאָמיע.
וואָס די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט לערענט. — דער הימעל און זיין קאָליר. — איינטיילונג פון הימלישע קערפּער. זייט 9—12

2. אַסטראָנאָמיע די עלטעסטע וויסענשאַפט.
די אַלטקייט פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. — דאָס וויגעלע פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. — אַסטראָנאָמיע ביי די אַלטע עגיפּטער און כאַלדעער. — אַסטראָנאָמען אין כינאָ מיט איבער 4 טויזענד יאָהר צוריק. זייט 13—15

3. אַסטראָלאָגיע.
וואָס איז אַסטראָלאָגיע? — די ענטוויקלונג פון אַסטראָלאָגיע. — די כללים פון אַסטראָלאָגיע. זייט 16—18

4. דער ערד קוגעל.
די רונדקייט פון דער ערד. — פון וואַנען ווייס מען אַז די ערד איז רונד? — שווערקייט און צוציהונגס־קראַפט. — די בעגריפען „אויבען“ און „אונטען“. — וואַרום פאַלט מען ניט אַראָב פון דער ערד? זייט 19—25

5. די איינטיילונג פון הימעל און ערד אין גראַדען.
די איינטיילונג פון דער ערד אין גראַדען. — פּאַראַלעל־קרייזען, עקוואַטאָר און מערידיאַנען. — גראַדען, מינוטען און סעקונדען. — די איינטיילונג פון הימעל. — ווינקעל־מאָס פאַר וויטקייטען. — האָריזאָנט, זעניט און נאַדיר. זייט 26—34

6. וואַרום איז דער ערד קוגעל פלאַטשיג ביי די פּאָלען.
די בעווייזע, אַז די ערד איז פלאַטשיג ביי די פּאָלען. — די טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס וועגען דער בעשאַפונג פון דער ערד. — דער עקספּערימענט פון זשאָזעף אַנטוען פּלאַטאָ וואָס אונטערשטיצט די טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס. — צענטריפוגאַל־קראַפט. — גרויס און געוויכט פון דער ערד. זייט 35—43

7. די בעשאַפונג פון דער ערד.
די ערד־שאָלעכץ און ווי ער איז פערהאַרטעוועט געוואָרען. — די ערד־שיכטען. — רעשטען פון חיות און פלאַנצען אין די ערד־שיכטען. — די פ אָ ס י ל י ע ן. — ווינטען, וואָלקענס, רעגען, שנעע און האָגעל. — ליכט־ערשיינונגען אין דער לופט. — דאָס זאָדיאַק־ליכט. — דער מיראַזש. — דאָס סאַנט עלמאָ'ס פייער. — דער רעגען־בויגען און די ליכט־רינגען. זייט 44—50

8. דרעהט זיך די ערד אָדער זי שטעהט?
דאָס גלויבען, אַז די ערד שטעהט און אַז די זון און די שטערען דרעהען זיך אַרום איהר. — די אַסטראָנאָמישע לעהרען פון די אַלטע גריכען. — די אַסטראָנאָמישע טעאָריע פון דעם גריכישען אַסטראָנאָם פּטאָלמעאוס. — ניקאָלאַי קאָפּערניק בעווייזט, אַז די ערד דרעהט זיך. זייט 51—57

9. די ערפינדונג פון שפּאַקטיוו.
די ווירקונג פון שפּאַקטיוו אויף דער ענטוויקלונג פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. — ווער האָט דעם שפּאַקטיוו ערפונדען? — גאַלילעאָ גאַלילייו. זייט 58—65

10. דריי וויכטיגע אַסטראָנאָמישע געזעצען.

דער בעריהמטער אַסטראָנאָם יאָהאַן קעפּלער. — די דריי גרונד־געזעצען פון אַסטראָנאָמיע, וואָס קעפּלער האָט ערפונדען. — ווי אַזוי מען קען אויסרעכענען די ווייטקייט פון אַ פּלאַנעט. — דער אַסטראָנאָם טיכא בראַהע. זייט 66—73

11. דאָס גראַוויטאַציאָנס־געזעץ.

אייזעק ניוטאָן און זיין ענטדעקונג פון דעם גראַוויטאַציאָנס־געזעץ. — וואָס בעדייט דאָס גראַוויטאַציאָנס־געזעץ? — וועלכע בעדייטונג די ענטדעקונג פון גראַוויטאַציאָנס־געזעץ האָט געהאַט פאַר דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. זייט 74—83

12. די ענטוויקלונג פון טעלעסקאָפּ.

דער אַסטראָנאָם פרידריך ווילהעלם הערשעל. — דער ריעזיגער טעלעסקאָפּ (שפּאַקטיוו) וואָס הערשעל האָט געמאַכט. — די אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען פון הערשעל. — די אייגענשאַפטען פון ליכט־שטראַהלען. — טעלעסקאָפּען. זייט 84—101

13. די בעוועגונג פון דער ערד.

די דאָפּעלטע בעוועגונג פון דער ערד. — די בעוועגונגס־געשווינדיגקייט פון דער ערד. — ווי גרויס עס האָט געדאַרפט זיין די בעוועגונגס־געשווינדיגקייט פון דער זון, ווען זי וואָלט זיך געדרעהט אַרום דער ערד. — וואָרים דוכט זיך אונז, אַז די ערד שטעהט און די זון בעוועגט זיך. זייט 102—114

14. די שיינבאַרע בעוועגונג פון דער זון.

וואָרום מען רעדט נאָך אימער וועגען דער בעוועגונג פון דער זון. — די צוועלף מזלות אָדער טיער־קרייז (זאָדיאַק). — וואָרום דוכט זיך, אַז די צוועלף מזלות פּעררוקען זיך פון זייערע ערטער. — די אַבנייגונג פון די ערד־פּאָלען. — די 26 טויזענד יעהריגע אומדרעהונג פון דער ערד. — דער עקליפּטיק. — די נאָדען. זייט 115—123

15. די בעלייכטונג פון דער ערד.

די דיאורנאַלע בעוועגונג פון דער ערד און איהר יעהרליכע בעוועגונג. — די בעשטימונג פון דער צייט. — ווי די זייגערס ווערען אָנגעשטעלט לויט דער בעוועגונג פון דער ערד. — טאָג און נאַכט. — פּעריהעליום און אפהעליום. — די פיער יאָהרעס־צייטען. — קעלט און היץ. — בין השמשות ליכט אין די פּאָלאַר־געגענדען. — פּאָלאַר ליכט (אויראָראַ). זייט 124—143

16. די צייט־רעכנונג.

דאָס זידערישע יאָהר אָדער שטערן־יאָהר. — דאָס טראָפּישע יאָהר אָדער בירגער יאָהר. — דאָס פּלאַטאָנישע יאָהר. — די עבור־יאָהרען. — דער יוליאַנישער קאַלענדאַר און דער גרעגאָריאַנישער. — ווי מען קען אויסגעפינען דעם דאַטום פון מאָנאַט פאַר יעדען טאָג. — די אידישע צייט־רעכנונג. זייט 144—152

17. די זון.

די גרויס פון דער זון. — דאָס געוויכט פון דער זון. — די ווייטקייט פון דער זון פון דער ערד. — די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון. — די זונען־פלעקען. — פון וואַנען נעהמט די זון איהר היץ? — וועט זיך די זון אָבקיהלען? — פון וועלכע שטאָפען בעשטעהט די זון? — דער ספּעקטראַסקאָפּ. זייט 153—168

18. די לבנה.

די גרויס פון די לבנה. — איהר ווייטקייט פון דער ערד. — דאָס געוויכט פון דער לבנה. — די בערג און טהאָלען אויף דער לבנה. — עבע און פלוט. — דער קרייז־וועג פון דער לבנה אַרום דער ערד. — די פאַזען פון דער לבנה. — דער סידערישער מאָנאַט און דער סינאָדישער מאָנאַט. זייט 169—181

19. לקוי חמה און לקוי לבנה.

די אורזאַכען פון לקוי חמה און לקוי לבנה. — דער שאָטען פון דער ערד און פון דער לבנה. — גאַנצע און טיילווייזע עקליפסען. — די צאָהל פון עקליפסען. —דאָס אויסזעהן פון אַ גאַנצען עקליפס פון דער זון. זייט 182—189

20. דאָס מעסטען ווייטקייטען פון הימעלשע קערפער.

דאָס מעסטען דורך ווינקלען. — שיינבאַרע גרויס און ווירקליכע גרויס. — גראַדען פון ווינקלען און גראַדען פון קרייזען. — פאַראַלאַקסען פון הימעלשע קערפער. — ווי מען בערעכענט דורך דעם פאַראַלאַקס פון דער לבנה איהר ווייטקייט פון דער ערד. — די ווייטקייט פון דער זון בערעכענט דורך די שנעלקייט פון איהרע ליכט־שטראַהלען. — וואָס איז אַבעראַציאָן ? זייט 190—205

21. די פלאַנעטען.

פלאַנעטען און אַסטעראָאידען. — באָדע'ס געזעץ. — די שיינבאַרע בעוועגונג פון די פלאַנעטען און זייער ווירקליכע בעוועגונג. — די אספעקטען און עלאָנגאַציאָנען פון פלאַנעטען. — די פערטורבאַציאָן פון די פלאַנעטען. זייט 206—212

22. די אינוועניגסטע פלאַנעטען גרופע.

מערקור, זיין גרויס, זיין ווייטקייט פון דער זון און זיין קרייז־בעוועגונג. — ווענוס און זיינע פאַזען. — אָווענט־שטערען און מאָרגען־שטערען. — די בעוועגונג פון ווענוס. — מאַרס און זיינע קאַנאַלען. — זיינען פאַראַן מענשען אויפ'ן מאַרס ? — די לבנות פון מאַרס. — די אַסטעראָאידען. זייט 213—221

23. די פיער אויסערע פלאַנעטען.

די גרויס פון יופיטער און זיין פלאַטשיגע פאָרם. — די בעוועגונג פון יופיטער. — די לבנות פון יופיטער. — סאַטורן און זיינע רינגען. — דאָס אויסזעהן פון סאַטורן'ס רינגען און זייערע פאַזען. — די לבנות פון סאַטורן. — אוראַנוס. — די לבנות פון אוראַנוס. — די ענטדעקונג פון נעפטון. זייט 222—232

24. קאָמעטען און מעטעאָרען.

די טיילען פון אַ קאָמעט. — טעלעסקאָפישע קאָמעטען. — פעריאָדישע קאָמעטען. — דער שטאָף פון די קאָמעטען. — צובראָכענע קאָמעטען. — פאַלענדע שטערען אָדער מעטעאָרען. — מעטעאָרען רעגענס. זייט 233—248

25. די פיקס שטערען.

די פיקס־שטערען זיינען גרויסע זונען. — די בעוועגונג פון די שטערען. — די שנעלקייט פון זייער בעוועגונג. — די ווייטקייט פון די שטערען. — טעלעסקאָפישע שטערען. — דער מילך־וועג. — ווי מען מעסט די ווייטקייט פון די שטערען. — די קאָנסטעלאַציאָנען. — די דאָפעלשטערען. — די פערענדערליכע שטערען. — שטערען־בינטלעך. — נעבולאַס. זייט 249—270

שלום־וואָרט. זייט 271—272

וואָס איז אַסטראָנאָמיע ?

ערשטער קאַפּיטעל

וואָס די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט לערענט. — דער הי־מעל און זיין בלויליכער קאָליר. — די איינטיילונג פון די הימלישע קערפּער אין פּלאַנעטען, לבנות, קאָמעטען און פיקס־שטערען. — די נוצען פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט.

אַסטראָנאָמיע איז די לעהרע וועגען די שטערען, וועגען דער זון, די פּלאַנעטען, די קאָמעטען און וועגען אַלע אַנדערע ערשיינונ־גען אין דעם הימעל.

דער הימעל, אַט דער רונדער, בלויער געוועלב הויך איבער אונזער קאָפּ, נעהמט אין זיך אריין די גאַנצע וועלט. דער הימעל איז אונענדליך, דער הימעל איז די וועלט. דער הימעל ענטהאַלט אין זיך די זון, די לבנה, די ערד און אַלע אַנדערע שטערען. אַסטראָנאָמיע איז דעריבער די לעהרע פון דער וועלט.

אין די אַלטע צייטען האָבען מענשען געדענקט, אַז דער הימעל איז אַ ווירקליכער געוועלב, געמאַכט פון בלויליכען קריסטאַל און אין איהם זיינען אריינגעזעצט די שטערען. איצט אָבער ווייס מען, אַז עס איז ניטאָ אַזאַ געוועלב, אַז דאָס דוכט זיך אונז בלויז, אַז הויך איבער אונזער קאָפּ איז פאַראַן אַזאַ בלויליכער רונדער, פעס־טער דאַך, אין וועלכען עס זיינען אריינגעזעצט שטערען. אין דער אמת איז דאָס, וואָס מיר רופען הימעל אין דער געוועהנליכער שפּראַך, נישט מעהר ווי די לופט, די אַטמאָספּערע, וואָס פילט אויס די וועלט. אין דער ווירקליכקייט האָט דער הימעל קיין אָנפאַנג און קיין ענד. דער הימעל איז דאָס זעלביגע, וואָס די וועלט, וועלכע האָט קיין סוף.

דער בלויליכער קאָליר פון הימעל קומט פון דער לופט, פון דער אַטמאָספּערע, וואָס רינגעלט אַרום די ערד. ווען אין דער לופט, וואָס רינגעלט אַרום די ערד, וואָלט ניט געווען קיין דאַמפּף

(פארע), וואלט דער הימעל אויסגעזעהן אין אונזערע אויגען שווארץ. ניט אלע מאל איז דער קאליר פון הימעל דערזעלביגער. א מאל איז ער העלער, א מאל איז ער דונקעלער. דאס הענגט אב דערפון, אויב אין דער לופט איז פאראן מעהר דאמפף (פארע) אדער ווע־ניגער.

איצט ווייס מען אויך, אז די שטערען זיינען אין ערגעץ ניט אריינגעזעצט אדער בעפעסטיגט, נאר, אז זיי שווימען פריי אין דעם גרויסען, אונענדליכען וועלט־רוים. אנדערע פון זיי זיינען נעהנטער צו דער ערד און אנדערע ווייטער. און פונקט אזוי ווי די ערד אונזערע איז צו קיין זאך ניט בעפעסטיגט און אין קיין זאך ניט אריינגעזעצט, נאר שווימט פריי אין דעם גרויסען וועלט־רוים, אזוי זיינען אויך די שטערען.

די שטערען זיינען ניט קיין קליינע בלישטשענדע פינטעלעך אדער דימענטלעך, ווי אונז שיינט, נאר זיי זיינען ריעזיגע גרויסע זונען, פיעל, פיעל גרעסער פון אונזער ערד־קוגעל, נאר זיי זיינען זעהר ווייט פון אונז, פיעל ווייטער ווי די זון, און דעריבער זעהען זיי אונז אויס אזוי קליין.

אין ברייטען זין פוןווארט ווערען אלע הימעלשע קערפער גע־רופען שטערען, אבער ווען מען וויל זיין פינקטליכער טיילט מען איין די הימעלשע קערפער אין פלאנעטען, קאמעטען און פיקס־שטערען.

פלאנעטען רופט מען די הימעלשע קערפער. וועלכע זיינען אליין דונקעל. זיי בעוועגען זיך ארום דער זון און ווערען פון איהר בעלויכטען, פונקט ווי אונזער ערד־קוגעל. אונזער ערד איז דעריבער א פלאנעט. די מעהר בעקאנטע גרויסע פלאנעטען זיינען: מער־קור, ווענוס, מארס, יופיטער, סאטורן, אוראנוס און נעפטון. מער־קור און ווענוס זיינען קלענער ווי אונזער ערד, די איבריגע זיינען גרעסער פון איהר. אייניגע פון די גרויסע פלאנעטען האבען בע־גלייטערס, וועלכע בעוועגען זיך ארום זיי. מען רופט זיי סאַ־טעליטען אדער לבנות. די ערד האט איין לבנה, דער מארס צוויי, יופיטער פינף, סאטורן אכט אדער ניין, אוראנוס פיער, נעפטון איינע.

צווישען מארס און יופיטער בעוועגען זיך קליינע פלאנעטען. מען רופט זיי אסטעראאידען אדער פלאנעטאאידען. אין

פערגלייך מיט די פּלאַנעטען זיינען די פּלאַנעטאָאידען זעהר קליין. דער גרעסטער פון די פּלאַנעטאָאידען, וועלכע זיי־נען בעקאַנט, איז צערעס. מען רעכענט זיין דיאַמעטער, אָדער דורכמאָס ארום 700 קילאָמעטער (א קילאָמעטער איז אונגעפעהר דריי פינפטעל פון אן ענגלישען אָדער אמע־ריקאַנער מייל). אָט די אַלע פּלאַנעטען, לבנות און פּלאַנעטאָאידען, וועלכע מיר האָבען דאָ דערמאָהנט, ווערען אַלע צוזאַמען גערופען דאָס זונען־סיסטעם, ווייל די זון איז דער גרויסער צענ־טראַלער קערפּער ארום וועלכען זיי אַלע גרופּירען זיך.

קאָמעטען זיינען ליכטיגע הימעלשע קערפּער, וועלכע ערשיי־נען אויפ'ן הימעל מיט א לאַנגען עק אָדער שלעפּע. זיי בעוועגען זיך ארום דער זון. דער מאַרשרוט פון אנדערע קאָמעטען ארום דער זון איז זעהר א לאַנגער און דויערט צעהנדליגע און הונדערטע יאָהרען. די קאָמעטען בעשטעהען פון זעהר א שיטערע און דורכ־זיכטיגע מאַסע, וואָס זעהט אויס ווי א שטויב. (אין אידישע ספרים ווערט א קאָמעט גערופען כוכבא דשביט).

פיקס־שטערען רופט מען די הימעלשע קערפּער, וועלכע האָ־בען אימער א פעסטען, בעשטענדיגען פּלאַץ אין וועלט־רוים און וואַנדערען ניט ארום. זיי דרעהען זיך בלויז ארום זיך. די פיקס־שטערען האָבען אן אייגענע ליכטיגקייט, זיי לייכטען אליין, ווי די זון. די זון איז דעריבער א פיקס־שטערען (אין דער ווירקליכקייט בעוועגען זיך אויך די פיקס־שטערען און די זון אין א קרייז, ווי עס וועט שפּעטער בעוויזען ווערען).

אין העלע נעכט בעמערקט מען אָפט, ווי עס פאַלען שטערען. אין דער ווירקליכקייט אָבער זיינען עס ניט קיין שטערען. דאָס זיינען אָבגעשפּליטערטע שטיקלעך פון קאָמעטען וועלכע פאַלען. צוליעב דער גרויסער שנעלקייט מיט וועלכער זיי פאַלען ווערען זיי דורך די רייבונג פון דער לופט אזוי דערהיצט, דאָס זיי פאַנגען אָן גליהען און לייכטען. מען רופט זיי לופט־שטיינער, מעטעאָרי־טען אָדער אַעראָליטען.

די וויסענשאַפט, וואָס רופט זיך אסטראָנאָמיע, ערקלערט אונז ווי אזוי עס בעוועגט זיך די ערד, די אַנדערע פּלאַנעטען, די לבנה און ווי זיי ווערען בעלויכטען פון דער זון. זי לערענט אונז וואָרום מיר האָבען פיער יאָהרעס־צייטען, פריהלינג, זומער, הערבסט און

ווינטער. זי ערקלערט אונז ווארום מיר האָבען טאָג און נאַכט, ווארום אין די בעזונדערע צייטען פון יאָהר ענדערט זיך די לענג פון טאָג און נאַכט און ווארום אין פערשיעדענע געגענדען פון דעם ערד־קוגעל איז די לענג פון די טעג און נעכט פערשיעדען. אָהן דער אסטראָנאָמישער וויסענשאַפט וואָלטען מיר ניט געוואוסט פון צייט רעכנונג, ווייל זי לערענט אונז די רעכענונג פון טעג, מאָנאטען און יאָהרען.

די אסטראָנאָמישע וויסענשאַפט האָט אונז געלערענט צו בע־שטימען דאָס אויסזעהן פון דער ערד און איהר גרויס. מיט דער הילף פון אסטראָנאָמיע האָט מען געקענט אויפצייכענען א לאַנד־קאַרטע און בעשטימען די ווייטקייט פון איין געגענד ביז צום צווייטען. אָהן אסטראָנאָמיע, הייסט עס, וואָלט מען ניט געקענט האָבען די וויסענשאַפט פון געאָגראַפיע (ערד־בעשרייבונג). מען וואָלט ניט געוואוסט די ריכטיגע געשטאַלט פון דער ערד, איהר גרויס און מען וואָלט קיין לאַנד־קאַרטען ניט געקענט צייכענען. מען וואָלט ניט געקענט אונטערנעהמען קיין ווייטע רייזען אויפ׳ן ים און אויך ניט אויף דער יבשה. אָהן די קענטעניס פון אסטראָ־נאָמיע וואָלט קיין קאַפּיטאַן ניט קענען פיהרען א שיף איבער׳ן ים.

די אסטראָנאָמישע וויסענשאַפט ענטדעקט אונז די סודות פון דער נאַטור, זי עפענט אויף פאַר אונז די פערבאָרגענישען פון הי־מעל, זי פיהרט אונז אריין אין דער אונענדליך גרויסער, געהיימ־ניספולער וועלט פון די שטערען און זי ברייננגט אונז נעהנטער צו די סודות פון מעשי בראשית.

אַסטראָנאָמיע די עלטעסטע וויסענשאַפט.

צווייטער קאַפּיטעל

די אַלטקייט פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. — דאָס וויגעלע פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. — אַס־טראָנאָמיע ביי די אַלטע עגיפּטער און כאַלדעער. — אַסטראָנאָמען אין כינא מיט איבער 4 טויזענד יאָהר צוריק. — אויסרעכ־נונגען פון לקוי חמה און לקוי לבנה מיט מעהר ווי 4 טוי־זענד יאָהר צוריק אין כינא.

מענשען האָבען אָנגעפאַנגען בעטראַכטען און שטודירען דעם הימעל מיט די שטערען, איידער די שרייב־קונסט האָט נאָך עקזיס־טירט אויף דער וועלט. ווען דער מענש איז נאָך געשטאַנען אויף זעהר א נידריגער שטופע פון ענטוויקלונג, האָט ער שוין אָנגעפאַנ־גען זיך מאַכען צייכענס דורך זיינע בעאָבאַכטונגען פון הימעל און די שטערען, צו רעכענען די צייט, צו בעשטימען מאָנאַטען און די יאָהרעס־צייטען.

קיינער קען ניט בעשטימען דעם אָנפאַנג פון דער אַסטראָנאָ־מישער וויסענשאַפט. זי פאַנגט זיך אָן פון דער צייט, ווען דער מענש האָט זיך אָנגעפאַנגען פערקוקען אויפ'ן הימעל און זיך פער־טראַכט וועגען די בעוועגונגען פון דער זון, פון דער לבנה און פון די אַנדערע שטערען און האָט אָנגעפאַנגען פון זיי מאַכען וועלכע עס איז צייכענס פאַר זיך.

דאָס וויגעלע פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט איז דאָס מזרח לאַנד, וואו דער הימעל איז קלאָר דעם גרעסטען טייל פון יאָהר, און וואו מען קען לייכטער שטודירען די הימעלשע קערפּער און זייערע בעוועגונגען. די ערשטע אַסטראָנאָמען זיינען געווען די פּאַסטוכער, וועלכע פלעגען פיטערען זייערע פיה און שאָף אויף די בערג און האָבען געהאַט א גוטע געלעגענהייט צו בעטראַכטען לאַנגע מאָנאַטען אין יאָהר דעם קלאָרען לויטערען הימעל אין די בעצויבערענדע נעכט פון די מזרח לענדער.

מען ווייס ניט גענוי דעם אָנפאַנג פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, אָבער מען איז זיכער, אַז זי איז שוין אַ סך טויזענדער יאָהר אַלט. מעגליך, אַז זי צעהלט שוין אַן עלטער פון 20 טויזענד יאָהר אָדער מעהר.

די ערשטע ענטוויקלונג האָט די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט געקראָגען ביי די אַלטע קולטור־פעלקער — די כאַלדעער (כשדים), די עגיפּטער (מצרים) און די כינעזער. עס זיינען פאַראַן בעווייזע, אַז אין עגיפּטען (מצרים) האָט שוין מיט מעהר ווי 4,000 יאָהר צוריק די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט דערגרייכט אַ פערהעלטניס־מעסיגע הויכע ענטוויקלונג. די עגיפּטער האָבען איינגעטיילט דאָס יאָהר אין 12 חדשים, און יעדען חודש אין 30 טעג און אין דריי וואָכען פון 10 טעג. שפּעטער האָבען די עגיפּטער צום יאָהר צו־געלעגט נאָך 5 טעג, און דער עגיפּטישער יאָהר איז בעשטאַנען פון 365 טעג, מיט אַ פיערטעל טאָג קירצער, ווי אונזער יאָהר. עס פערשטעהט זיך, אַז דאָס עגיפּטישע יאָהר האָט ניט געשטימט מיט דער רעכנונג פון דער זון, עס איז איבריג געבליבען אַ פיערטעל טאָג אַ יאָהר, און אין פיער יאָהר אַ גאַנצער טאָג. אָבער די עגיפּ־טישע פּריסטער, וועלכע זיינען עס געווען די אַסטראָנאָמען אין עגיפּטען, האָבען געפונען אַ קלוגע עצה. יעדע פיער יאָהר האָבען זיי אַ געוויסען טאָג געצעהלט צוויי מאָל, דאָס הייסט, זיי האָבען פון צוויי טעג געמאַכט איינעם, און דערמיט האָט זיך אויסגעגלי־כען דער חשבון. פון דעם קען מען, אַלזאָ, זעהן ווי ווייט די אַסט־ראָנאָמישע וויסענשאַפט איז שוין געווען ענטוויקעלט אין דער אַל־טער עגיפּטען. דאָס זעלבע ווערט אויך בעוויזען וועגען בבל און כינאַ.

אין כינא האָט מען מיט טויזענדער יאָהרען צוריק געגלויבט, אַז דער וואוילשטאַנד פון לאַנד הענגט אָב פון די בעוועגונגען פון די הימלישע קערפּער, ווי די זון, די לבנה און די אַנדערע שטערען. אין אַן אַלטען כינעזישען בוך ווערט דערמאָהנט וועגען אַ לקוי חמה (זונען־פינסטערניש), וועלכע איז פאָרגעקומען אין דעם יאָהר 2137 פאַר אונזער צייט־רעכנונג, און וועלכע איז ניט פאָראויסגעזאָגט געוואָרען פון די צוויי אַסטראָנאָמען כי און כאָ אין קעניגליכען הויף און דאָס גאַנצע לאַנד איז געווען אויפגערודערט. אין די קעניגליכע כראָניקס ווערט דערצעהלט וועגען דער דאָזיגער פּאַסירונג: דאָס

פאָלגענדע : „כי און כאָ האָבען פערגעסען זייער פליכט, האָבען אָנ־נעפאנגען שטאַרק שכור'ען און זיי האָבען פערנאכלעסיגט די ריכ־טיגע אויסרעכנונגען פון דער צייט, און אין דעם ערשטען טאָג פון דעם לעצטען חדש אין הערבסט האָבען זיך די זון און די לבנה צונויפגעטראָפען, גאָר ניט לויט זייערע אויסרעכנונגען.“ פאר דיע־זע פערנאַכלעסיגונג האָבען די צוויי כינעזישע קעניגליכע אַסטראָנאָ־מען כי און כאָ בעצאָהלט מיט זייערע קעפּ.

עס איז ניט געווען קיין לייכטע זאַך אויסצורעכענען די דער־מאָהנטע לקוי חמה אין דעם פּלאַץ פון כינא, וואו זי איז פאָרגע־קומען. עס איז אפשר בעגאַנגען געווארען אַ גרויסע עולה געגען כי און כאָ פאַר דעם טעות, וואָס זיי האָבען געמאַכט אין חשבון, צו־ליעב אַן איבריגען שנעפּסעל. אַזאַ טעות האָט אויך געקענט מאַ־כען אַ איצטיגער אַסטראָנאָם, זייענדיג פאָלשטענדיג ניכטער. די אַסטראָנאָמען פון פאָריגען יאהר־הונדערט האָבען פּראָבירט אויס־רעכענען די צייט און דעם פּלאַץ פון דער לקוי חמה, צוליעב וועל־כער כי און כאָ האָבען זייערע קעפּ פערלאָרען. דער חשבון האָט זיך ארויסגעוויזען זעהר א שווערער, נאָר דער פערשטאָרבענער וויע־נער פּראָפעסאָר אָפּאָלצער האָט איהם געמאַכט. ער האָט אויסגערע־כענט, אַז די לקוי חמה איז פאָרגעקומען אין דער כינעזישער שטאָדט נגאַן־גי און זי האָט זיך אָנגעפאַנגען 19 מינוט נאָך זונען־אויפגאַנג, דעם 22טען אָקטאָבער 2137 פאַר קריסטוס געבורט. ער האָט אויך אויסגערעכענט, אַז 7 אוהר מיט 37 מינוטען אין דער פריה איז געווען אין מיטען פון דער לקוי חמה און אַז פינף־זעקסטעל פון דער זון איז געווען פערשטעלט.

אין כינאַ איז שוין אין יאָהר 2850 פאַר קריסטוס געבורט געגרינדעט געוואָרען אַ שול צו לערנען אַסטראָנאָמיע, און אין יאָהר 2608 פאַר קריסטוס געבורט האָט דער כינעזישער קעניג כואַנג־טי אויסגעבויט אַן אָבסערוואַטאָריע (אַ געביידע אויף אַ הויכען באַרג פאַר אַסטראָנאָמישע בעאָבאַכטונגען).

אַסטראָלאָגיע (שטערען־זעהעריי)

דריטער קאַפּיטעל

וואָס איז אַסטראָלאָגיע? — די ענטוויקלונג פון אַסטראָלאָגיע און דאָס גלויבען אין איהר אין מיטעל־אַלטער. — די כּללים פון אַסטראָלאָגיע. — דער גלויבען, אַז די שטערען האָבען אַ ווירקונג אויף דעם מענשליכען מזל.

צו דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט פון די אַלטע פעלקער האָט זיך אָבער צוגעטשעפּעט אַן אַנדער מין „וויסענשאַפט“, וועל־כע האָט די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט זעהר אָפט אַראָבגעפיהרט פון וועג, דאָס איז די אַסטראָלאָגיע (שטערען־זעהעריי).

די דאָזיגע לעהרע, וועלכע האָט געקראָגען דעם נאָמען אַס־טראָלאָגיע, שטאַמט פון די כאַלדעער (כשדים), אָבער איהר הויפּט־ענטוויקלונג האָט זי בעקומען ביי די אייראָפּעאישע פעלקער אין דער צייט פון מיטעל־אַלטער.

דער גרונד געדאַנק פון אַסטראָלאָגיע איז, אַז צווישען די בע־וועגונגען פון די שטערען און די אַנדערע ערשיינונגען פון הימעל איז פאַראַן אַן ענגער צוזאַמענהאַנג מיט דעם מזל פון מענשען. עס הייסט, אַז דאָס גליק און אונגליק פון מענשען איז פערבונדען מיט די שטערען און מיט די אַנדערע ערשיינונגען פון הימעל. דער דאָ־זיגער גלויבען האָט זיך גענומען פון דער אַמאָליגער פאָרשטעלונג פון מענשען, אַז די ערד איז דער צענטער פון דער וועלט און, אַז אַלץ וואָס אויף דער וועלט עקזיסטירט, איז בעשאַפען געוואָרען צו־ליעב דעם מענשען.

גלויבענדיג, אַז די ערד איז דער צענטער פון דער וועלט און אַז דער מענש איז די קרוין פון אַלע בעשעפעניש ען, און די קרוין פון דער וועלט, פאַר וועמען גאָט האָט אַלעם בעשאַפען, איז גע־ווען לייכט צו קומען צום געדאַנק, אַז די בעוועגונגען פון די שטערען און אַלע אַנדערע ערשיינונגען פון הימעל שטעהען אין אַן ענגער

פערבינדונג מיט דעם מענשליכען מזל. מען דארף בלויז דערגעהן די סודות אין וואָס פאר א שייכות די בעוועגונגען פון די שטערען און די ערשיינונגען פון הימעל שטעהען מיט דעם מזל פון מענשען, און וואס פאר א בעדייטונג זיי האָבען. וואָס פאר א צייכען עס בעדייט גליק און וואָס פאר א צייכען עס בעדייט אונגליק. וועלכער שטערען עס זאָגט אָן גוטס אָדער פרייד און וועלכער — שלעכטס אָדער טרויער.

עס איז נאָך היינט ניט קלאָר פון וואנען די אסטראָלאָגען (שטערן־זעהער) האָבען גענומען זייערע כללים ווי צו לייענען דעם מענשליכען מזל פון די שטערען, אָבער מיט דער צייט האָט זיך די שטערען־זעהעריי אויסגעבילדעט אלס א זעהר ברייטע לעהרע מיט א גאנצער רייה כללים און צייכענס, ווי אזוי מען קען טרעפען דעם מענשליכען מזל פון דער לאגע פון די שטערען און פון זייער בעוועגונג.

איינער פון די בעקאנטע אסטראָלאָגען פון 17־טען יאהר־הונ־דערט האָט געמאכט די פאָלגענדע ערקלערונג: אלעס וואָס געפינט זיך אויף דער ערד, אלעס וואָס וואקסט אויף איהר, אלעס וואָס לעבט, געהט, פליהט אָדער שווימט, פעלדער, גערטנער, וועלדער, בלומען, גראָזען, בוימער, בלעטער, פרוכטען, וואסערען, טייכען, שטראָמען, אָזערעס, ימים, ווי אויך מענשען, חיות און בהמות און אלעס אנדערע זיינען אונטערוואָרפען דעם איינפלוס און דער וויר־קונג פון די שטערען און זייער קראַפט.

אן אנדער אסטראָלאָג פון מיטעל־אלטער זאָגט דאָס פאָלגענ־דע: דער פלאנעט סאטורן האָט די אויפזיכט און די פערוואלטונג אויף לעבען, וויסענשאפט און לעהרע; יופיטער האָט די אויפזיכט אויף עהרליכקייט, אויף ווינשע, ריינקייט און זויבערקייט; מארס האָט די דעה איבער מלחמות, געפענגניסען, חתונות און פיינד־שאפט; די זון פערוואלטעט איבער האָפנונג, גליק, פראָפיטען און ירושות; ווענוס רעגירט איבער פריינדשאפט און ליעבע; מער־קור איז דער הערשער איבער קראנקהייטען, חובות, האנדעל און מורא; די לבנה האָט די אויפזיכט איבער וואונדען, חלומות און רויבערייען.

די אסטראָלאָגען האָבען בעהויפטעט, אז די שטערען האָבען א ווירקונג ניט בלויז אויף דעם מזל פון מענשען און אויף די וויכטיג־

סטע פּאַסירונגען פון זיין לעבען, נאָר אויך אויף זיינע פערשיעדענע נייגונגען, געלוסטען און שוואַכקייטען.

אין איינעם פון די מיטעל־אַלטערליכע אסטראָלאָגישע ביכער ווערט געזאָגט דאָס פאָלגענדע: „אין דער ערשטער פאַזע פון דעם פּלאַנעט יופּיטער ווערען געבאָרען עפּיסקאָפּס (בישאָפען), גובער־נאַטאָרען, תקיפים, שטאַרקע, ריכטער, פילאָזאָפען, חכמים, סוחרים און באַנקירען. אונטער דעם מזל פון דעם פּלאַנעט מאַרס ווערען געבאָרען קריעגס־פיהרער, מיליטער־מענשען, אַרטילעריסטען, רוצחים, דאָקטוירים, צירולניקעס (פריזירער אָדער ראַזירער), קצבים, בעקער, קוכער און אַלע מענשען וועלכע זיינען בעשעפטיגט ביי אַר־בייטען, וואָס ווערען געטהאָן מיט דער הילף פון פייער. אונטער דעם מזל פון וועגוס ווערען געבאָרען קעניגינען און שעהנהייטען, א חוץ דעם אפּטייקאַרס, שניידערס, יואַוועלירען, טוך־הענדלערס, שפּיעלער, שכורים, נואפים און גזלנים. אונטער דעם מזל פון מער־קור ווערען געבאָרען גלחים, פילאָזאָפען, אַסטראָלאָגען, מאַטעמאַ־טיקער, לאַטיין־שרייבער, קינסטלער, מייסטערס און קונסט־אַרביי־טער. די מענשען, וועלכע געפינען זיך אונטער דער ווירקונג פון שטערען מאַרס, זיינען בייזע, האַרטהערציגע, אונ׳ברחמנות׳דיגע און האַרטנעקיגע, וועלכע מען קען ניט איבערציייגען מיט קיין שום בעווייזע; זיי זיינען דרייסט, פרעך, חוצפה׳דיג און בויאַנעס, וועלכע האָבען ליעב אַלעמען אָבצונאַרען; זיי עסען געוועהנליך פיעל; זיי קענען פערדייען אַ סך פלייש; זיי זיינען געזונד, שטאַרק, הער־שעריש, מיט אויגען אָנגעגאָסען מיט בלוט, מיט רויטע האָר, האָ־בען ניט קיין נייגונג צו פריינדשאַפט און האָבען ליעב יעדע אַר־בייט מיט פייער און גליהענדע אייזען. מיט איין וואָרט, אונ־טער דעם מזל מאַרס ווערען געבאָרען ווילדע מענשען, אויסגעלאַ־סענע, אויפגערעגטע און זעלבסטצופריעדענע.“

ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס אזא מין אבערגלויבישע לעה־רע קוקט איצט אויס אַזוי ווילד אין אונזערע אויגען, האָבען דאָך אין דער אַלטער צייט און אין מיטעל־אַלטער אין איהר געגלויבט די גרעסטע קאָפּ־מענשען. דאָס בעווייזט, אַז אויך בעריהמטע און קלוגע מענשען קענען אין געוויסע צייטען גלויבען אין פערשיעדענע נאַרישקייטען.

דער ערד־קוגעל.

פיערטער קאַפּיטעל.

די רונדקייט פון דער ערד. — פון וואַנען ווייס מען אַז די ערד איז רונד? — שווערקייט און צוציהונגס־קראַפט. — די בעגריפען „אויבען“ און „אונטען“. — וואָרום פאַלט מען ניט אַראָב פון דער ערד?.

אין די גאַנץ אַלטע צייטען האָבען מענשען געגלויבט, אַז די ערד איז פלאַך ווי א ברעט און אַז זי האַלט זיך אויף גרויסע שטאַרקע זיילען. נאָר אויף וואָס האַלטען זיך די זיילען? — די זיילען האַלטען זיך אויף גרויסע העלפאַנטען. אויף וואָס שטעהען אָבער די העלפאַנטען? — אויף דעם איז שוין קיין ענטפער ניט געווען. די אַלטע כאַלדעער האָבען זיך שוין יא פּראָבירט פאָרשטעלען די ערד אַלס רונד, נאָר לויט זייער שכל, איז די ערד אינוועניג פּוסט און שווימט ווי א שיף אויפ'ן וואַסער. אין דער פאָרשטעלונג פון די כאַלדעער האָט די ערד אויסגעזעהן ווי א רונד־לאַנגליכע פישער־שיפעל און אונטער איהר א גרויסער טיעפער ים אָהן א סוף און אָהן א גרונד, אויף וועלכען זי שווימט.

דער פּרימיטיווער שכל פון מענשען האָט ניט געקענט בעגרייפען, אַז די ערד האַלט זיך אויף קיין זאַך ניט. פון זיין ערפאַהרונג ווייס דער פּרימיטיווער מענש, אַז יעדע זאַך דאַרף זיך האַלטען אויף עטוואָס, אַז ניט פאַלט עס אַראָב, הייננט אויב די ערד האַלט זיך אויף קיין זאַך ניט, דאַרף זי דאָך אַראָבפאַלען. ער האָט אויך ניט געקענט בעגרייפען, אַז די ערד איז רונד ווי א באַל. אויף וויפיעל זיין אויג האָט געקענט זעהן איז די ערד געווען פלאַך, טאָ ווי אַזוי זאָל ער גלויבען, אַז זי איז רונד? און אויב די ערד איז א רונדער באַל און אַרום און אַרום איהר וואוינען מענשען, טאָ ווי פאַלען ניט אַראָב די מענשען, וואס וואוינען אויף דער אַנדער

זייט, אונטער אונזערע פּיס? און ווי אזוי גיסען זיך ניט אויס די ימים, די טייכען און די ברונעמער, וואָס געפינען זיך אויף יענער זייט ערד?

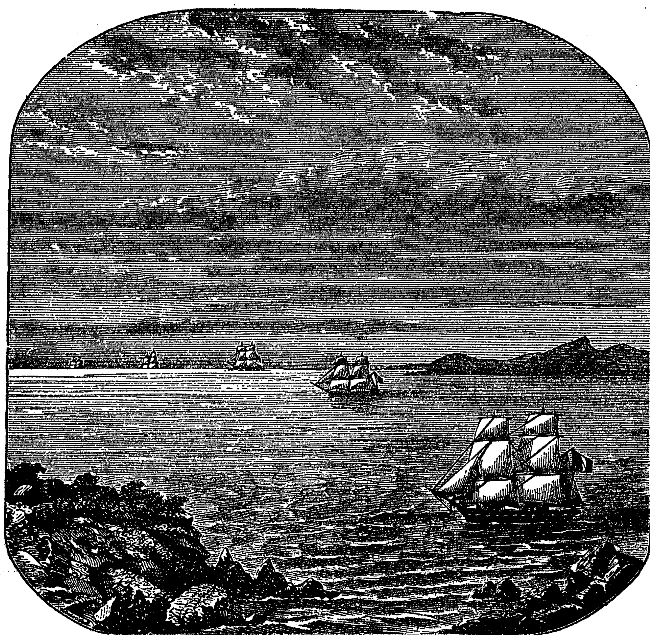
איצט בעגרייפט יעדער, אַז די ערד איז רונד. ווי באַלד אַלע אַנדערע הימעלשע קערפּער, ווי די זון, די לבנה זיינען רונד, טאָ וואָרום זאָל די ערד זיין אַן אויסנאַהמע? וואָס איז דער שכל? איצט דאַרף מען מעהר ניט ברייננגען קיין סך ראיות, אז די ערד איז רונד. מען האָט שוין געמאַכט רייזען אַרום דער ערד, און מען וויים שוין פון פאַקטען, אָהן ראיות און אָהן שכל'דיגע סברות, אַז די ערד איז רונד. מען וויים, אַז ווען מען פאָהרט ארוים פון סאַן פראַנציסקאָ און מען פאָהרט אַרום דער ערד קומט מען צוריק אין סאַן פראַנציסקא, פון דעמזעלביגען אָרט, וואָס מען איז אַרויסגע־פאָהרען. מען זעהט דעם שאָטען פון דער ערד, ווען עס איז אַ לקוי לבנה און פון דעם רונדען שאָטען דערקענט מען קלאָר, אַז די ערד איז קיילעכדיג, ווייל אַ רונדער שאָטען קומט בלויז פון קיילעכ־דיגע קערפּער. מען וויים, אַז ווען צוויי שיפען בעגעגענען זיך אויפ'ן ים. דערזעהט מען צו ערשט די שפּיצען פון די מאַסטען, ווען זיי קומען צו אַביסעל נעהנטער פאַנגט מען אָן זעהן די קוימענס און ווען נאָך נעהנטער — דעם אויבער־דעק פון שיף און די שיף אין גאַנצען. ווען די ערד וואָלט געווען פלאַך וואָלטען די שיפען זיך מיט איין מאָל דערזעהן איינע די אַנדערע אין גאַנצען, ניט צו ערשט די אויבערשטע הויכע טיילען און שפּעטער, קומענדיג נעהנטער, די אונטערשטע טיילען. ווייל אָבער די ערד איז רונד, שטערט די רונדקייט פון דער ערד, אַז זיי זאָלען זיך קענען גלייך דערזעהן אין גאַנצען.

עס איז אָבער געווען אַ צייט, ווען מען האָט די אַלע איינפאַ־בע זאַכען ניט געוואוסט, און מענשען האָבען דעריבער בשום אופן ניט געוואָלט גלויבען, אַז די ערד איז רונד. עס איז פאַר זיי איינ־פאַכער געווען צו גלויבען, אַז די ערד איז פלאַך, הגם ווען מען האָט נאָך אַ ביסעלע טיעפער אַ טראַכט געטהאָן, איז געווען אַ סך מעהר קשיות אויף די פלאַכקייט פון דער ערד, ווי אויף איהר רונדקייט.

בעזונדערס שווער איז געווען פאַר דעם פּרימיטיווען מענשלי־כען שכל צו בעגרייפען וואָרום די ערד פאַלט ניט אַראָב, ווען זי איז רונד און האַלט זיך אויף קיין זאַך ניט און ווי אזוי עס פאַלען

ניט אראָב די מענשען און די הייזער פון יענער זייט ערד, וואָס געפינט זיך אונטער אונזערע פיס.

דער מענש איז געוועהנט צו טראַכטען לויט די בעגריפען, וואָס



ציימנונג 1. בעוויז דורך די שיפען אויפ'ן ים, אַז די ערד איז רונד.

ער האָט זיך אַליין געמאַכט. דער מענש האָט זיך געמאַכט אַ בעגריף וועגען „אויבען" און „אונטען". דער הימעל איז ביי איהם פון אויבען און די ערד איז פון אונטען. פון זיין ערפאַהרונג ווייס ער, אַז יעדע זאַך, וואָס האָט געוויכט, פאַלט פון אויבען נאָך אונטען, ממילא קומט אויס נאָך זיין שכל, אַז ווען די ערד האַלט זיך ניט אויף קיין זאַך מוז זי אראָבפאַלען. וואו זאָל זי אָבער פאַלען? — דאָס איז שוין אַ פראַגע וועגען וועלכער מען דאַרף טראַכטען. אויב די ערד איז רונד און אַרום איהר איז פון אַלע זייטען

הימעל, דאַן דאַרף די ערד, ווען זי זאָל פאַלען, אַראָבפאַלען אויפ'ן הימעל. ניט וואָהר? אָבער ווען מיר ריידען וועגען „אויבען" און „אונטען", האָבען מיר דאָך דעם בעגריף, אַז דער הימעל איז פון אויבען, טאָ ווי אַזוי קען די ערד פאַלען אַרויף, צום הימעל צו?

די אַלע פראַגען וועגען דעם פאַלען פון דער ערד און ווי אַזוי מענשען און זאַכען קענען זיך האַלטען אויף דער „אַנדער זייט" פון דער ערד, קומען אָט פון די דאָזיגע בעגריפען, וואָס דער מענש האָט זיך געמאַכט וועגען „שווערקייט" און וועגען „אויבען" און „אונטען."

עס איז נויטיג צו וויסען, אַז דאָס, וואָס מיר רופען אויף אונזער שפּראַך „שווערקייט" איז אין דער ווירקליכקייט צוציהונגס־קראַפט. א קליינער געגענשטאַנד אָדער קערפּער ווערט געצויגען צו דעם צענטער, צו דעם מיטעל־פּונקט פון דעם גרעסערען געגענשטאַנד אָדער קערפּער. דער בעגריף „אויבען" און „אונטען" איז בלויז א בעציהונג צווישען צוויי קערפּער אָדער געגענשטענדע, וואָס דער גרעסערער צוויגגט דעם קלענערען, אַז ער זאָל אויף איהם אַראָבפאַלען. די זייט פון דעם גרעסערען קערפּער, וואָס ציהט דעם קלענערען קערפּער אַז ער זאָל אויף איהם פאַלען, ווערט גערופען „אונטען", און די זייט פון וועלכער ער פאַלט, ווערט גערופען „אויבען". ווען עס וואָלט אין דער נאַטור ניט עקזיסטירט די ערשיינונג פון צוציהונגס־קראַפט צווישען גרויסע און קליינע קערפּער, וואָלטען מיר איבערהויפּט ניט געהאַט דעם בעגריף וועגען „אויבען" און „אונטען", ווייל אין חלל פון דער וועלט עקזיסטירט ניט קיין אויבען און קיין אונטען.

לאָמיר איצט זעהן, ווי אַזוי מען קען צופּאַסען די בעגריפען „אויבען" און „אונטען" צו אונזער ערד־קוגעל. די דיק פון אונזער ערד, דאָס הייסט, ווען מען ציהט א ליניע דורך דעם ערד־קוגעל דורך איהר צענטער (מיטעל־פּונקט), איז 12,742 קילאָמעטער (א קילאָמעטער איז אונגעפעהר דריי פינפטעל פון אן ענגלישען אָדער אַמעריקאַנער מייל.) די מעטער־מאָס נעהמט זיך דערפון, וואָס מען האָט אויסגעמאָסטען דעם אומפאַנג פון דעם ערד־קוגעל און מען האָט איהם איינגעטיילט אין גלייכע 40 מיליאָן טיילען און מען האָט אַזא טייל א נאָמען געגעבען מעטער. די מעטער־מאָס איז אָנגענומען אין אַלע אייראָפּעאישע לענדער, א חוץ ענגלאַנד,

אמעריקא און רוסלאַנד. ביי שפּעטערדיגע מעסטונגען און אויס־רעכנונגען האָט מען אויסגעפונען, אז מען דאַרף צו דעם מעטער צולעגען א פינף־טויזענדעל מעטער, כדי ער זאָל שטימען גענוי מיט א 40 מיליאָן־טייל פון דעם ערד אומפאַנג. די הויך פון א מי־טעלען מענשען איז 165 סאַנטימעטער (א קילאָמעטער האָט טוי־זענד מעטער און א מעטער האָט 100 סאַנטימעטער). די הויך פון א מענשען אין פערגלייך מיט דער גרויס פון ערד־קוגעל איז ווי די גרויס פון א מילב אין פערגלייך מיט א גרויסען באַרג. די מענשען געהען אַרום דעם ערד־קוגעל פּונקט ווי מילבען געהען אַרום א גרוי־סען רונדען באַלאָן.

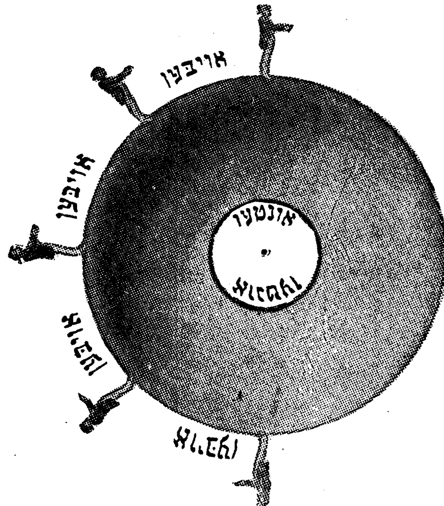
יעדען פּלאַץ פון ערד־קוגעל אויף וועלכען מיר געהען אדער שטעהען רופען מיר „אונטען", און דעם הימעל, וואָס איז איבער אונזער קאָפּ, רופען מיר „אויבען". אויף וועלכען פּלאַץ פון דער ערד מיר זאָלען זיך ניט געפינען איז די ערד אונטער אונזערע פיס און דער הימעל איבער אונזער קאָפּ. און ווען עס רעדט זיך וועגען אראָבפאַלען, קומט עס אויס, אז מיר האָבען גענדארפט פאַלען פון אונטען נאָך אויבען, פון דער ערד צום הימעל. לעגט זיך עס אויפ'ן שכל?

אַלעס וואָס געפינט זיך אויף דער ערד ווערט געצויגען צו דעם צענטער, צו דעם מיטעל־פּונקט פון דער ערד. די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד ווירקט אויך אויף דער לופט, וואָס רינגעלט אַרום דעם ערד־קוגעל. און בענוצענדיג זיך מיט אונזערע בעגריפען „אויבען" און „אונטען" וועגען אונזער ערד־קוגעל, דאַן איז דער „אונ־טען" פון דער ערד דער צענטער, דער מיטעל־פּונקט פון דער ערד, ווערענד די אויבערפלעכע פון דער ערד איז דער „אויבען".

קוקט זיך צו צו דער צייכנונג 2.

ווי איהר זעהט איז אַרום און אַרום דעם ערד־קוגעל דער „אויבען" און אין מיטען דער ערד, אין צענטער, איז דער „אונטען". ווען מען זאָל פאַלען פון דער אויבערפלעכע פון דער ערד, דאַן דאַרף מען פאַלען אראָב צום צענטער פון דער ערד. און ווען מען זאָל קענען דורכלעכערען די ערד, דורך און דורך, וואָלטען אָט די מענ־שעלעך, וואָס איהר זעהט אויפ'ן בילד, זיך אָנשלאָגען איינע די אנדערע מיט די פיס פאַלענדיג צום צענטער פון דער ערד, דורך דעם אויסגעלעכערטען חלל.

די מענשען זיינען אַלע מאָל אויף דער ערד און קיינמאָל **ניט**
אונטער דער ערד. זיי קענען דעריבער ניט אראָבפאַלען. **און**
אזוי ווי די ערד דרעהט זיך אַרום זיך, אויסער וואָס זי דרעהט זיך
אַרום דער זון, קומט עס אויס, אַז ניט אימער האָבען מיר דעמ־
זעלביגען האַלבען הימעל איבער אונזער קאָפּ. דער האַלבער הימעל,
וואָס איז געווען ביי טאָג איבער אונזער קאָפּ, איז ביי נאכט גאָר



צייכנונג 2. דאָס אויבען און דאָס אונטען פון ערד־קוגעל.

געגען אונזערע פיס, און דער האַלבער הימעל וואָס איז געווען ביי
נאַכט איבער אונזער קאָפּ איז ביי טאָג געגען אונזערע פיס.

די רונדקייט פון דער ערד ווערט ניט געשטערט פון די גרויסע
הויכע בערג און פון טיעפע טאָלען. אין פערגלייך מיט דער גרויס־
קייט פון דער ערד זיינען די העכסטע בערג און די טיעפסטע טאָלען
בלויז ווי די קליינע רונצעלעך אין דעם שאָלעכץ פון אַן אַפּעלסין.
צוליעב דעם גערונצעלטען שאָלעכץ פון אַפּעלסין, וואָס איז פול מיט
בערגעלעך און טאָלכעלעך, פערליערט ניט דער אַפּעלסין זיין רונד־

קייט, פונקט אזוי פערליערט די ערד ניט איהר רונדקייט צוליעב איהרע בערג און טאָלען.

די פאָלשטענדיגע רונדקייט פון דער ערד ווערט נור אביסעל געשטערט דורך דעם, וואָס ביי די פאָלען איהרע, ביים נאָרד־פאָל און זיד־פאָל איז זי אביסעל פלאטשיג. דאָס הייסט, אז דער גאַר־טעל, מיט וועלכען מען קען ארומנעהמען דעם ערד־קוגעל פון צפון צו דרום איז א ביסעל קירצער, ווי דער גארטעל, וואָס נעהמט ארום דעם ערד־קוגעל פון מזרח צו מערב. די ריכטיגע געשטאַלט פון דעם ערד־קוגעל איז דעריבער ניט קיין פאָלשטענדיגער רונדער באָל, נאָר אַן עטוואָס צונויפגעדריקטער.

פון וואנען ווייס מען אָבער, אז דער ערד־קוגעל איז א ביסעל פלאטשיג ביי זיינע פאָלען? — מען ווייס עס דורך צוויי בעווייזע: דורך מעסטען און דורך די צוציהונגס־קראפט פון דער ערד. אָבער דאָ פאָדערט זיך א לענגערע ערקלערונג, וועלכע מיר מוזען אָבלעגען אויף אביסעל שפּעטער, ביז מיר וועלען קלאָר מאכען אייניגע גע־אָגראפישע און אסטראָנאָמישע בעגריפען, וועלכע זיינען אונז צו ערשט נויטיג.

די איינטיילונג פון הימעל און ערד אין גראַדען.

פינפטער קאַפּיטעל.

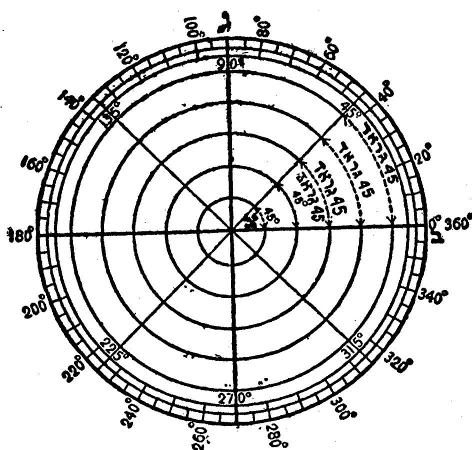
די איינטיילונג פון דער ערד אין גראַדען. — פּאַראַלעל־קרייזען, עקוואַטאָר און מערידיאַנען. — גראַדען, מינוטען און סעקונדען. — די איינטיילונג פון הימעל. — ווינקעל־מאָס פאַר וויטקייטען. — דער האָריזאָנט און די פיער זייטען פון דער וועלט. — זעניט און נאַדיר.

פאַר די צוועקען פון געאָגראַפיע און אסטראָנאָמיע איז דער ערד־קוגעל און דער הימעל איינגעטיילט געוואָרען אין גראַדען. מען שטעלט זיך פאָר דעם ערד־קוגעל איינגעטיילט אין קעסטעלעך דורך ליניעס געצויגען אין דער לענג און אין דער ברייט. איבער דעם סאמע מיטען פון דעם ערד־קוגעל פון מזרח צו מעריב שטעלט מען זיך פאָר א גארטעל־ליניע, וועלכע נעהמט ארום דעם ערד־קוגעל און צוטיילט איהם אין צוויי גלייכע טיילען, אין א נאָרדליכער העמיספערע (האַלב־קוגעל) און אין א זידליכער העמיספערע. דיעזע ליניע רופט מען עקוואַטאָר (גלייכטיילער). פון אָט דער מיטעל־ליניע, פון דעם עקוואַטאָר, פון צפון און דרום, שטעלט מען זיך פאָר אַנדערע גאַרטעל־ליניען, וועלכע צוטיילען דעם ערד־קוגעל, ווי אין פעניצעס אָדער מוציא׳ס. אַזעלכע ליניעס ווערען געצויגען צו 89 פון יעדער זייט פון עקוואַטאָר. די אַלע ליניעס זיינען גלייך אָבגעטיילט איינע פון די אַנדערע, און זיי ווערען גערופען פּאַראַלעל־קרייזען, זיי זיינען אַלע פּאַראַלעל איינע צו די אַנדערע און צום עקוואַטאָר. דער מרחק פון איין פּאַראַלעל־קרייז צום צווייטען ווערט אָנגערופען גראַד. עס הייסט, אַלזאָ, אַז פון דעם עקוואַטאָר ביז צום נאָרד־פּאָל איז 90 גראַד און פון עקוואַטאָר ביז צום זיד־פּאָל איז 90 גראַד.

אויסער דעם עקוואַטאָר און די פּאַראַלעל־קרייזען, שטעלט מען זיך פאָר אַנדערע ליניען, וועלכע ווערען געצויגען ארום דעם ערד־קוגעל פון צפון צו דרום איבער די פּאָלען. דיעזע ליניעס רופט מען מערידיאַנען (מיטאָג־ליניעס). אויך די מערידיאַן־ליניעס

ווערען אָבגעטיילט אויף אַ גלייכע ווייטקייט איינע פון די אַנדערע, און דער מרחק פון איין מערידיאַן־ליניע ביז צו דער צווייטער ווערט אויף אָנגערופען גראַד. עס ווערען געצויגען 180 מערידיאַן־ליניען אויף איין זייט פון דעם ערד־קוגעל און 180 אויף דער צווייטער זייט. פון דיעזער טיילונג קומט עס אויס, אַז די עקוואַטאָר ליניע ווי אויך יעדע מערידיאַן־ליניע איז געטיילט אין 360 גראַד. אין אַלגעמיין ווערט יעדע קרייז־ליניע געטיילט אין 360 גראַד, ווי עס ציינט די פאָלגענדע ציינונג.

לויט די גראַ־דען פון אַ קרייז ווערען אויך גע־מאָסטען די פערשיעדענע ווינקלען. אַ ווינ־קעל פון 90 גראַד ווערט אָנגערו־פען אַ רעכטער ווינקעל. ווען מיר ציהען אַ לי־ניע פון צענטער צ צו דער טיי־לונג 45 וועט דיזע ליניע מיט דער האָריזאָנ־טאַלער ליניע



ציינונג 3. די ווינקלען און גראַדען פון אַ קרייז.

ב—צ איינשליסען אַ ווינקעל פון 45 גראַד און מיט דער ווערטי־קאַלער ליניע ב—צ — אַ ווינקעל פון 45 גראַד. האָבענדיג אַ קרייז איינגעטיילט אין 360 גראַד, וועלכע זיינען בעצייכענט מיט צי־פערען, קען מען אויסגעפינען די גרויס פון יעדען ווינקעל וועלכען מען וויל. מען דאַרף בלויז ציהען אַ ליניע פון דעם צענטער פון קרייז צו דעם געווינשטען ציפער פון דער קרייז־איינטיילונג.

פאַר אַסטראָנאָמישע, ווי אויך פאַר געאָגראַפישע צוועקען ווערען די רעכנונגען מייסטענס געמאַכט מיט דער הילף פון ווינקלען. מען דאַרף דעריבער גוט געדענקען די בעגריפען „גראַד", „מינוט"

און „סעקונדע". א גראַד איז א 360־טעל פון א קרייז. א מינוט איז א 60־טעל פון א גראַד און א זעקונדע איז 60־טעל פון א מי־נוט (דיעזע מינוטען און סעקונדען דאַרפען ניט פערמישט ווערען מיט די מינוטען און זעקונדען פון צייט). ווען מען רעדט פון א ווינקעל פון 10 גראַד, פון 15 גראַד, פון 20 גראַד א. אז. וו. איז עס קיין אונטערשיעד ניט ווי גרויס דער קרייז איז. אלע ווינקלען פון 10 גראַד, פון 15 גראַד א. אז. וו. זיינען גלייך. ווען עס רעדט זיך אָבער וועגען די טיילונגען פון דער קרייז־ליניע אין גראַדען, איז שוין אַן אונטערשיעד אויב דער קרייז איז גרעסער אָדער קלענער. ביי א גרעסערען קרייז זיינען די שטרעקען צווישען די טיילונגען גרעסערע און ביי א קלענערען — קלענער.

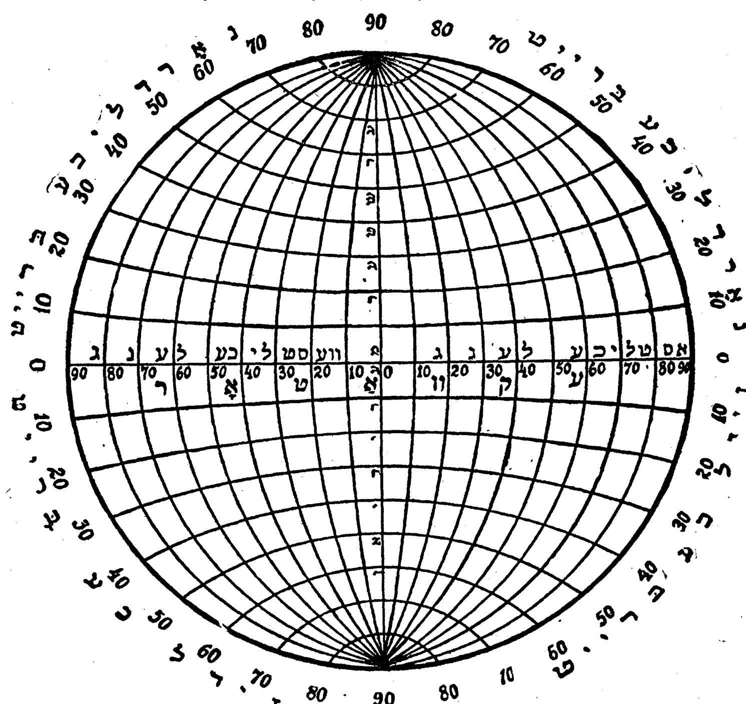
דאָס קען מען זעהן פון דער צייכנונג 3, וואו א קלענערער קרייז געפינט זיך אין א גרעסערען. די ווינקלען זיינען דיזעלבע גרויס, אָבער די טיילונגען פון דער קרייז־ליניע זיינען פערשיעדען אין זייער גרויס. א גראַד פון דער קרייז־טיילונג פון דער עקוואַטאָר־ליניע איז איבער 101 קילאָמעטער.

די לאַגע פון יעדען אָרט אויף דעם ערד־קוגעל ווערט בעשטימט לויט זיין געאָגראַפישער לענג און ברייט. די ריכטונג פון צפון און דרום ווערט אָנגערופען ברייט און די ריכטונג פון מזרח און מערב הייסט די לענג. די ברייט פון דער ערד ווערט, אלזאָ, גערעכענט לויט די גראַדען פון עקוואַטאָר צו די פּאָלען, און די לענג לויט די גראַ־דען פון איין מערידיאַן צו די אַנדערע. די ליניע, פון וועלכע מען פאַנגט אָן צו רעכענען די ברייט פון ערד־קוגעל, איז דער עקוואַטאָר, צו צפון איז די נאָרדליכע ברייט, און צו דרום איז די זידליכע ברייט. אום צו האָבען א בעשטימטע ליניע צו רעכענען די לענג פון ערד־קוגעל, האָט מען געמוזט אָננעהמען איינע פון די מערי־דיאַן־ליניען פאַר אַן ע ר ש ט ע ן מערידיאַן. צוערשט האָבען די געאָגראַפען אויסגעקליבען פאַר דעם ע ר ש ט ע ן מערידיאַן די מערידיאַן־ליניע, וועלכע געהט דורך דעם אינזעל פערו, איי־נער פון די קאַנאַרישע אינזלען אין דעם אטלאַנטישען אָקעאַן. זיי־נען אָבער שפּעטער געקומען די ענגלישע געאָגראַפען און האָבען אויסגעוועהלט אלס דעם ע ר ש ט ע ן מערידיאַן די מערידיאַן־ליניע, וועלכע געהט דורך די שטאָדט גריניטש, ניט ווייט פון לאָנדאָן. דיעז־זען מערידיאַן האָבען אויך די אמעריקאַנער אָנגענומען פאַר דעם

ע ר ש ט ע ן. די פראנצויזען האבען אבער אויסגעקליבען אלס דעם ע ר ש ט ע ן מערידיאן, דעם וואס געהט דורך פאריז. דער מייסט אנגענומענער ע ר ש ט ע ר מערידיאן איז אבער געבליבען דער ענגלישער, וואס געהט דורך גריניטש. דער ע ר ש ט ע ר מ ע ר י ד י א ן טיילט, אלזא, דעם ערד־קוגעל אויף צוויי טיילען — אויף א מזרח האלב־קוגעל און א מערב האלב־קוגעל; מען זאגט דעריבער די מזרח־לענג פון דער ערד און די מערב־לענג.

איינגעטיילט אין פאראלעל־קרייזען און אין מערידיאנען שטעלט מען דעם ערד־קוגעל זיך פאר, ווי אין דעם פאלגענדען בילד:

מיר שטעלען זיך פאר א גראדע ליניע געצויגען דורך דעם מיטען פון ערד־קוגעל, צווישען צפון און דרום פון איין ענד צום



צייכנונג 4. פאראלעל־קרייזען, מערדיאנען און גראדען פון ערד־קוגעל.

צווייטען, און מיר רופען דיעזע ליניע אַקס. די ענד־פונקטען פון דעם אַקס רופען מיר פּאָלען. דער ענד־פּונקט פון צפון רופט מען נאָרד־פּאָל, און דעם ענד־פונקט פון דרום רופט מען זיד־פּאָל.

און פונקט ווי מיר שטעלען זיך פאָר דעם ערד־קוגעל איינגע־טיילט אין פּאַראַלעלען און מערידיאַנען, אַזוי שטעלען מיר זיך פאָר דיזעלביגע איינטיילונג אויף דעם הימעל. מיר שטעלען זיך פאָר דעם רוים פון הימעל ווי אַ גרויסער ספּערישער קוגעל, אַרום וועלכען עס זיינען געצויגען ליניעס אָדער קרייזען פאַר קרייץ און פאַר קווער. און מיר בעצייכענען דיעזע ליניען מיט דיזעלביגע נעמען, וואָס פאַר דעם ערד־קוגעל. מיר ריידען פון דעם עקוואַטאָר פון הימעל, פון די מערידיאַנען, פון דעם אַקס און פון די פּאָלען פון הימעל.

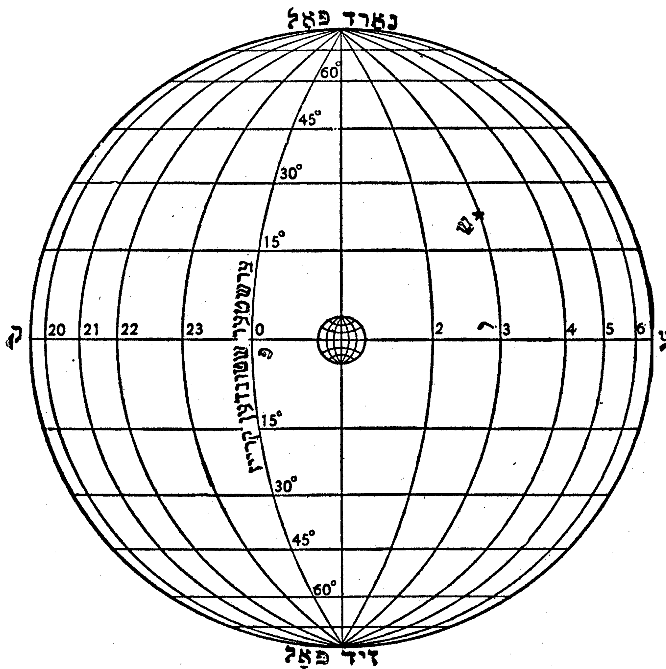
דער עקוואַטאָר פון הימעל איז די קרייז־ליניע, וועלכע מיר שטעלען זיך פאָר איבער דעם מיטען פון הימעל־קוגעל, וועל־כע צוטיילט איהם אין צוויי גלייכע העלפטען, אין אַ נאָרדלי־כען (צפון) האַלב־קוגעל און אין אַ זידליכען (דרום) האַלב־קוגעל. דיעזע האַלב־קוגלען רופט מען „העמיספּערען". דער נאָרדליכער האַלב קוגעל ווערט גערופען די „נאָרדליכע העמיספּערע", און דער זידליכער האַלב־קוגעל ווערט גערופען די „זידליכע העמיספּערע".

אַ מערידיאַן איז אַ קרייז־ליניע, וועלכע געהט אַרום דעם הימעל־קוגעל דורך די פּאָלען און טיילט איהם אין צוויי גלייכע העלפטען, אין אַן אָסטליכען (מזרח) האַלב קוגעל (העמיספּערע) און אין אַ וועסטליכען (מערב) האַלב־קוגעל.

די קרייז ליניען פון דעם הימעל־קוגעל, דער עקוואַטאָר און די מערידיאַנען, ווערען פּונקט אַזוי ווי ביי דעם ערד־קוגעל איינ־געטיילט אין 360 גלייכע טיילען אָדער גראַדען; יעדער גראַד (°) ווערט געטיילט אין 60 מינוטען(′) און יעדע מינוט — אין 60 סעקונדען (″). — די אָנגעגעבענע צייכענס ווערען געוועהנ־ליך געברויכט אַנשטאַט די ווערטער גראַד, מינוט, סעקונדע.

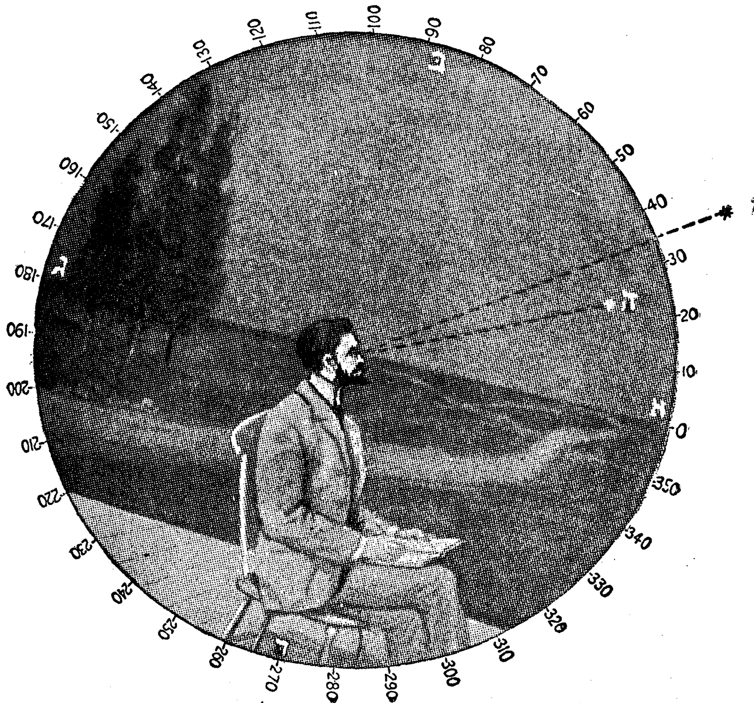
און פונקט אַזוי ווי מען בעשטימט אויף דעם ערד־קוגעל אַ גע־וויסען פּלאַץ לויט דער איינטיילונג פון דער ערד אין גראַדען, מינו־טען און סעקונדען פאַר לענג און פאַר ברייט, אַזוי בעשטימט מען אויך אויפ'ן הימעל די לאַגע פון די שטערען, פון די פּלאַנעטען און קאָמעטען לויט דיעזער איינטיילונג.

צוליעב בעקוועמליכקייט ווערט דער הימעלס־קוגעל געטיילט אין שטונדען־קרייזען, וועלכע ציהען זיך פון איין פּאָל צום צווייטען. פון איין קרייז ביז צום צווייטען איז אַ שטונדע. דאָס איז 15 גראַד. דער חשבון קומט דערפון, וואָס די ערד דרעהט זיך ארום אין 24 שטונדען, עס הייסט זי מאַכט אין 24 שטונדען אַ קרייז פון 360 גראַד (יעדער קרייז האָט 360 גראַד), אין אַ שטונדע, אלזאָ, 15 גראַד.



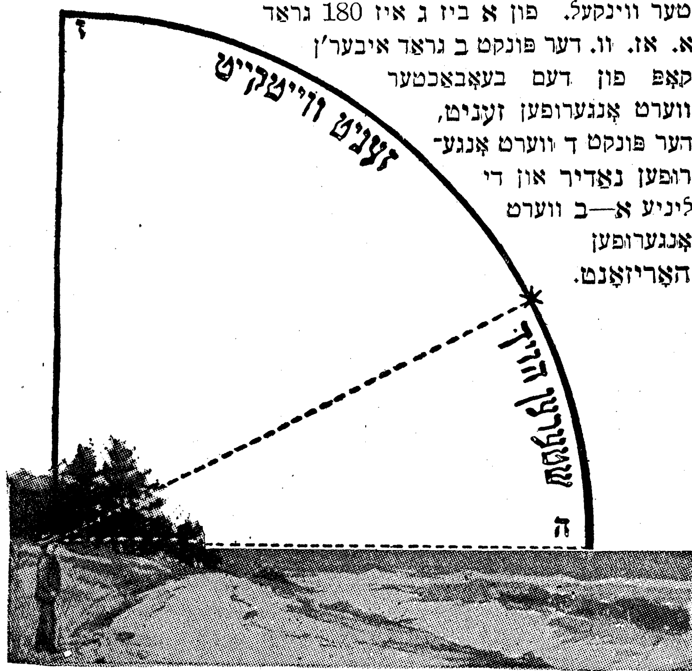
צייכנונג 5. די שטונדען־קרייזען, וועלכע ווערען פאָרגעשטעלט ווי זיי געהען פון איין הימעלשען פּאָל צום צווייטען און ווי עס ווערט דורך זיי בעשטימט די לאַגע פון אַ שטערען. דער שטערען ש אין דער צייכנונג איז אָבגעצייגט פון עקוואַטאָר (ע—ק) אויף דער שטרעקע ש—ר, דאָס איז אַן ערך 23 גראַד און פון ערשטען שטונדען־קרייז אויף דער שטרעקע פון פּ—ר דאָס איז אין דער צייכנונג דריי שטונדען.

די ווייטקייט אָדער שטרעקע פון איין הימעלס־קערפּער צום צווייטען קען אויסגעדריקט ווערען אָדער דורך א ליניען־מאָס אָדער דורך א ווינקעל־מאָס. די ליניען־מאָס דריקט מיט זיך אויס די לענג פון דער ליניען, וואָס ווערט געצויגען פון איין הימעלס־קערפּער צום צווייטען. די ווייטקייט ווערט דאַן אָנגעגעבען אין קילאָמעטער, אין מיילען אָדער דורך וועלכע עס איז אַנדערע לענג־מאָס. די ווינקעל־מאָס דריקט אויס די ווייטקייט פון איין הימעלס־קערפּער צום צווייטען דורך דעם ווינקעל וואָס עס בילדעט זיך צווישען די צוויי ליניעס, וועלכע ווערען געריכטעט פון בעאָבאַכטערס אויג, איינע צו איין הימעלס־קערפּער און די אַנדערע צום צווייטען הימעלס־קערפּער, ווי עס ציינט די פאָלגענדע צייכנונג.



צייכנונג 6. ווי צו מעסטען מיט גראַדען און ווינקלען.

ווען דער בעאָבאַכטער קוקט אויף די שטערען פון הימעל, דאַן קען ער זיך פאָרשטעלען ווי פון זיין אויג ציהען זיך ליניעס צו די שטערען ה און ו אויף וועלכע ער קוקט, און די ווייטקייט פון איין שטערען צום צווייטען קען אויסגעדריקט ווערען אין די גראַדען פון א ווינקעל. אויף אונזער צייכנונג איז עס אַ ווינקעל פון אונגעפעהר 10 גראַד. אָבער דיזע ווייטקייט איז בלויז אַ ש י י נ ב א ר ע, עס איז די ווייטקייט וועלכע ערשיינט פאַר אונזער אויג און ווי אונ־זער אויג זעהט זי. דורך די ציפער אַרום דעם קרייז קען מען בע־שטימען די גראַדען. פון א ביז ב איז 90 גראַד, דאָס איז אַ רעכ־טער ווינקעל. פון א ביז ג איז 180 גראַד א. אז. וו. דער פונקט ב גראַד איבער'ן קאָפּ פון דעם בעאָבאַכטער ווערט אָנגערופען זעניט, דער פונקט ד ווערט אָנגע־רופען נאַדיר און די ליניע א—ב ווערט אָנגערופען האָריזאָנט.



צייכנונג 7. זעניט, האָריזאָנט און ווי עס ווערט געמאָסטען די הויך פון אַ הימעלשען קערפּער איבער דעם האָריזאָנט. עס ווערט געמאָסטען דורך דעם ווינקעל פון בעאָבאַכטערס אויג צווישען. דעם הימעלשען קער־פּער און דעם האָריזאָנט.

מיט דעם ווארט האריזאנט בעצייכענט מען די שיינ־בארע גרענעץ־ליניע וואו הימעל און ערד קומען זיך צוזאמען. אויף דער געוועהנליכער שפראך קען מען זאגען, אז ה א ר י ז א נ ט בעדייטעט דער זוים פון הימעל, וואו ער קומט זיך צוזאמען מיט דער ערד. דער אויסדרוק ה א ר י ז א נ ט ווערט אבער אויך גע־ברויכט פאר דעם גאנצען רונדען שטח פון דער ערד, וואס קומט זיך צוזאמען מיט דעם זוים פון הימעל. עס הייסט, אז דער קרייז ארום און ארום, וואו — לויט ווי עס שיינט אונז — הימעל און ערד קומען זיך צוזאמען, הייסט ה א ר י ז א נ ט.

דער מיטעל פונקט פון הימעל גראד איבער אונזער קאפ, ווערט אנגערופען שייטעל־פונקט אדער זעניט.

דער מיטעל־פונקט פון הימעל, וואס איז פון דער אנדערער זייט פון ערד־קוגעל, גראד צו אונזערע פיס, ווערט אנגערופען פוס־פונקט אדער נאדיר. די הויך (עלטיטיוד) פון א הימעל־שען קערפער ווערט אויסגעדריקט דורך דעם ווינקעל, וואס עס ווערט געבילדעט פון דער ליניע פון דעם בעאבאכטערס אויג צום הימעל־שען קערפער מיט דער ליניע פון האריזאנט. און די זעניט־ווייטקייט פון א הימעלשען קערפער ווערט אויסגעדריקט דורך דעם ווינקעל, וואס עס בילדעט די ליניע פון דעם בעאבאכטערס אויג מיט דער ווערטיקאלער ליניע פון זעניט. אין דער צייכנונג, נומער 7 בעדייטעט דער בוכשטאב ז זעניט. און דער בוכשטאב ה האריזאנט. די זעניט־ליניע און די האריזאנט ליניע בילדען א רעכטען ווינקעל פון 90 גראד.

דער האריזאנט ווערט געטיילט אין פיער הויפט־פונקטען אדער זייטען: מזרח (אסט), מערב (וועסט), צפון (נארד) און דרום (זיד). מזרח איז די זייט, וואס אונז שיינט, אז די זון געהט אויף; מערב — וואו די זון געהט אונטער; צפון איז די זייט, וועלכע איז צו דער לינקער האנד, ווען מען שטעהט מיט'ן געזיכט צו מזרח און דרום איז צו דער רעכטער האנד. אויסער דיעזע פיער הויפט־פונקטען זיינען פאראן צ ו ו י ש ע ן ־ פ ו נ ק ט ע ן, וועלכע ווע־רען בעצייכענט מיט די נעמען זיד־אסט, זיד־וועסט, נארד־אסט און נארד־וועסט. דער פונקט צווישען דרום און מזרח איז זיד־אסט; צווישען דרום און מערב איז זיד־וועסט א. אז. וו.

וואַרום איז דער ערד־קוגעל פלאַטשיג ביי די פּאָלען?

זעקסטער קאַפּיטעל.

די בעווייזע, אז די עהד איז פלאַטשיג ביי די פּאָלען. — פון וואַנען קומט עס אז די ערד איז פלאַטשיג ביי איהרע פּאָלען? — די טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס וועגען דער בעשאַפונג פון דער ערד. — דער עקספּערימענט פון זשאָזעף אנטוען פלאַטאָ, וואָס אונטערשטיצט די טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס. — וואָס איז צענטריפוגאַל־קראַפט? — די גרויס און די געוויכט פון דער ערד. — די אינוועניגסטע מאַסע פון דער ערד. — די לופט.

נאָכדעם ווי מיר האָבען קלאָר געמאכט די איינינגע נויטינגע געאָגראַפישע און אסטראָנאָמישע בעגריפען קען דער בעווייז, אז די ערד איז פלאַטשיג ביי די פּאָלען גאַנץ קורץ אויסגעדריקט ווערען און פערשטאַנען ווערען.

מיר האָבען געזאָגט, אז מען האָט אויסגעפונען, אז די ערד איז א ביסעל פלאַטשיג ביי די פּאָלען דורך מעסטען. ווי אזוי? — אָט ווי אזוי:

מעסטענדיג די גראַדען אין וועלכע דער ערד־קוגעל איז איינגעטיילט, האָט מען אויסגעפונען, אז ווען א גראַד פון מערידיאַן ביים עקוואַטאָר האַלט 110 קאָלימעטער מיט 565 מעטער, האַלט א גראַד פון מערידיאַן, וואָס איז 45 גראַד ווייט פון עקוואַטאָר 111 קילאָמעטער מיט 118 מעטער, און א מערידיאַן גראַד, וואָס איז 75 גראַד ווייט פון עקוואַטאָר האַלט 111 קילאָמעטער מיט 604 מעטער, און אזוי וואָס נעהנטער צו די פּאָלען ווערט דער מערידיאַן גראַד אַלץ לענגער. דאָס קומט דערפון, וואָס ביי די פּאָלען ווערט דער ערד־קוגעל אַלץ פלאַטשיגער, פלאַכער. די מערידיאַן־ליניע איז דאָרטען מעהר געבויגען און דעריבער האַלט אין יענער געגענד א מערידיאַן־גראַד מעהר מעטער, ווי א מערידיאַן־גראַד, וואָס איז נאָהנט צום עקוואַטאָר.

אַ צווייטען בעוויז, אַז ביי די פּאָלען אי דער ערד־קוגעל אביסעל פּלאַטשיג, האָט מען דערפון, וואָס די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד ביי די פּאָלען איז פיעל שטאַרקער, ווי ביי דעם עק־וואַטאָר. דאָס קומט דערפון וואָס די געגענד אַרום די פּאָלען איז נעהנטער צום צענטער, צו דעם אינוועניגסטען מיטעל־פּונקט פון דער ערד, ווי די געגענד פון עקוואַטאָר. ביי די פּאָלען איז דער־ערד־קוגעל אַביסעל פּלאַטשיג און דעריבער זיינען זיי נעהנטער צום אינוועניגסטען מיטעל־פּונקט פון דער ערד. און די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד איז אין איהר מיטעל־פּונקט, אין צענטער.

פון וואַנען קומט עס, אַז ביי די פּאָלען איז דער ערד־קוגעל אַביסעל פּלאַטשיג? — וועגען דעם מוזען מיר אָנקומען צו דער טעאָריע ווי אַזוי דער ערד־קוגעל איז ענטשטאַנען, אָדער ריכטיגער, פון מעשה בראשית.

עס זיינען וועגען דער בעשאַפונג פון דער ערד פאַראַן פער־שידענע טעאָריעס און השערות (היפּאָטעזען), די מעהר אָנגענומע־נע טעאָריע איז אָבער די, וואָס דער גרויסער דייטשער פילאָזאָף עמנואל קאַנט (געבאָרען אין יאָהר 1824, געשטאָרבען אין יאָהר 1808) און פון דעם גרויסען פראַנצויזישען אַסטראָנאָם און מאַטע־מאַטיקער פּיער סימאָן לאַפּלאַס (געבאָרען אין יאָהר 1747, געשטאָר־בען אין יאָהר 1827). דיעזע צוויי גרויסע וועלט גאונים זיינען אונאַבהענגיג איינער פון דעם אַנדערען געקומען צו אונגעפעהר דעם־זעלביגען געדאַנק ווי אַזוי די וועלט איז בעשאַפען געוואָרען.

לויט דער טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס איז די ערד און די אַנדערע הימעלשע קערפּער, ווי די זון, די לבנה, די פּלאַנעטען און די שטערען מיט ביליאָנען יאָהרען צוריק ענטשטאַנען פון אַ גליה־ענדען גאַז, וואָס האָט אָנגעפילט דעם גרויסען וועלט־רוים. די קליי־נע טיילכעלעך (אַטאָמען) פון דעם גליהענדען גאַז, וועלכע האָבען אַרומגעשוועבט אין דעם וועלט־רוים האָבען אין זיך פערבאָרגען צוויי געגענגעזעצטע כחות: אַ צוציהונגס־קראַפט און אַן אָבשטויסונגס־קראַפט. דיעזע צוויי געגענגעזעצטע כחות עקזיסטירען אין אַלע שטאָפען פון דער נאַטור. אין היץ איז די אָבשטויסונגס־קראַפט שטאַרקער, אין קעלט איז די צוציהונגס־קראַפט גרעסער. ווען די גליהענדע גאַזען האָבען זיך אָנגעפאַנגען אָבקיהלען, האָבען זיך זייערע טיילכעלעך (אַטאָמען) אָנגעפאַנגען מעהר צוציהען איינע צו

די אנדערע און ווערען געדיכטער און עס האָט זיך אָנגעפאנגען ביל־דען פון זיי א רונדער קערפּער, א קוגעל. עס איז אין דער נאַ־טור פון יעדער ווייכער, שיטערער מאַסע אָנצונעהמען א רונדע פאָרם, ווען עס ווירקען ניט קיין אויסערליכע שטערונגען. דאָס קען יעדער בעמערקען פון זיינע אייגענע ערפאהרונגען מיט וואַ־סער אָדער זאָגאר מיט געדיכטערע פליסיגקייט. וואסער־טראָפּענס בעקומען א קיילעכדיגע פאָרם, דאָסזעלבע איז מיט סיראָפּ, האָניג און דעם גלייכען. צוליעב די צוויי געגענגעזעצטע קרעפטען וואָס האָבען געווירקט אין די גאז טיילכעלעך — די צוציהונגס־קראפט און די אָבשטויסונגס־קראַפט האָט זיך דער ענטשטאַנענער קוגעל אָנגעפאנגען בעוועגען אין דער רונד. ווען א קערפּער בעוועגט זיך שנעל אין דער רונד ענטשטעהט א קראַפט, וואָס זוכט אָבצורייסען די זיך בעוועגענדע מאַסע פון איהר צענטער. דיעזע קראפט ווערט אָנגערופען צענטריפוגאַל קראַפט. ווען די מאַסע איז ניט שטארק געגוג, דאָס הייסט, ווען די צוציהונגס־קראַפט צוויי־שען איהרע אַטאָמען (טיילכעלעך) איז ניט קיין גענוגענד שטארקע, דאַן פאַנגען אָן אָבצופליהען פון דער אויבערפלעכע פון דער זיך בעוועגענדער מאַסע איין שטיק נאָכ'ן צווייטען און זי קען אזוי אין גאַנצען צופליהען אין שטיקער. ווען די מאַסע איז א ווייכע, א שיטערע, דאַן רייסען זיך פון איהר אויבערפלעכע אָב רינגען, אונ־טער דער ווירקונג פון דער צענטריפוגאַל קראַפט. אזוי האָט עס אויך פּאַסירט מיט דעם קוגעל, וואָס איז ענטשטאַנען פון די אָב־געקיהלטע גליהענדע גאַזען, וועלכע האָבען פריהער אויסגעפילט דעם וועלט־רוים. די אָבגעריסענע רינגען האָבען זיך, דורך די געשווינ־דיגקייט פון זייער בעוועגונג, זיך צוריסען און נאָכדעם זיך צונויפ־געראָלט אין קוגלען און האָבען זיך געדרעהט ארום דעם קוגעל פון וועלכען זיי זיינען אָבגעריסען געוואָרען. פון דיעזע נייע קוגלען האָ־בען זיך, אונטער דער ווירקונג פון דער צענטריפוגאַל קראַפט, אויך אָבגעריסען רינגען און דרעהענדיג זיך צונויפגעוויקעלט אין קוגלען און זיך געדרעהט ארום די קוגלען, פון וועלכע זיי האָבען זיך אָב־געריסען. דער ערשטער גרויסער קוגעל, וואָס איז ענטשטאַנען איז געווען די זון. פון די רינגען, וועלכע האָבען זיך פון איהר אָבגערי־סען, איז ענשטאַנען די ערד און די אנדערע פּלאַנעטען; פון די רינגען, וואָס האָבען זיך אָבגעריסען פון די פּלאַנעטען, זיינען ענט־

שטאַנען די לבנות. ביי דעם פּלאַנעט סאַטורן איז דער רינג נאָך געבליבען, ער האָט זיך ניט פערוואַנדעלט אין אַ קוגעל.

פערשיעדענע ראיות ווערען געבראַכט, אַז דיעזע טעאָריע איז אַ ריכטיגע. עס ווערט בעוויזען, אַז די זון, די ערד און די פּלאַ־נעטען בעשטעהען פון דיזעלביגע שטאָפען. אַז די אַנדערע פּלאַ־נעטען בעשטעהען פון די זעלביגע שטאָפען ווי די ערד ווייס מען פון די „לופט־שטיינער" (מעטעאָרען), וואָס פאַלען אַראָב פון דער ערד. די „לופט־שטיינער" זיינען, ווי מען נעהמט אָן, אָבגע־שפּליטערטע שטיקער פון פּלאַנעטען און קאָמעטען. אַז די זון בעשטעהט פון דיזעלביגע שטאָפען, וואָס די ערד, ווייס מען פון די ליכט־שטראַהלען פון דער זון, וועלכע שפּיגלען זיך אָב אין פערשיעדענע פאַרבען. יעדער ברענענדער שטאָף גיט ארויס פון זיך ליכט־שטראַהלען פון פערשיעדענע פאַר־בען אין אַ געוויסער אָרדנונג. דורך געוויסע אָפּטישע אַפּאַראַ־טען קען מען דעריבער פון די פאַרבען און פון זייער אָרדנונג וואָס אַ ברענענדער שטאָף גיט פון זיך ארויס, בעשטימען וואָס פאַר אַ שטאָף דאָס איז. די זון איז אַ גליהענדער קוגעל און דעריבער לייכט זי. פון איהרע ליכטשטראַהלען קען מען דערפאַר וויסען פון וועלכע שטאָפען זי בעשטעהט. די שטאָפען זיינען דיזעלביגע, וואָס פון אונזער ערד.

דער בעריהמטער בעלגישער פיזיקער און נאַטור־פאָרשער זשאָ־זעף אַנטואַן פּלאַטאָ (געבאָרען אין יאָהר 1801, געשטאָרבען אין יאָהר 1883) האָט דורך זעהר אַ זינרייכען און געלונגענעם עקס־פּערימענט בעוויזען, אַז עס קען זיין, דאָס די טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס וועגען דער בעשאַפונג פון דער זון, פון די פּלאַנעטען און פון די לבנות איז אַ ריכטיגע. ער האָט דעם עקספּערימענט גע־מאַכט מיט אַביסעל בוימעל אין אַ כלי, וועלכע האָט ענטהאַלטען אַ געמיש פון וואַסער און פון ספּיריטוס. ער האָט דעם געמיש פון וואַסער און ספּיריטוס צונויפגעשטעלט אין אַזאַ פּראָפּאָרציע דאָס די בעקומענע פליסיגקייט האָט געהאַט פּונקט דיזעלביגע שווער־קייט ווי פון בוימעל, און דאַן האָט ער אין דעם געמיש אריינ־געגאָסען דאָס ביסעל בוימעל, מיט וואָס ער האָט געוואָלט מאַכען דעם עקספּערימענט, אויף אַזאַ אופן, אַז דאָס ביסעל בוימעל זאָל בלייבען הענגען אין מיטען פון דער צונויפגעשטעלטער פליסיגקייט.

וואַסער איז שווערער ווי בוימעל, דעריבער שווימט בוימעל אויף וואַסער. ספּיריטוס איז לייכטער ווי בוימעל, דעריבער, ווען מען גיסט אַריין בוימעל אין ספּיריטוס פאַלט עס צום גרונד. מען קען דעריבער צונויפמישען וואַסער מיט ספּיריטוס אין אַזאַ פּראָ־פּאָרציע, אַז דער געמיש זאָל האָבען דיזעלבע געוויכט ווי בוימעל. דאָס האָט פּלאַטאָ געטהאָן. דאַן האָט ער דאָס ביסעל בוימעל אַריינ־געגאָסען אין דער כלי מיט דער געמישטער פליסיגקייט פון וואַ־סער און ספּיריטוס אויף אַזאַ אופן, אַז דאָס בוימעל זאָל בלייבען הענגען אין מיטען דער פליסיגקייט. דאָס ביסעל בוימעל האָט זיך דאַן צונויפגעצויגען אין אַ רונדען קייקעל און איז געווען אַרומגע־רינגעלט פון אַלע זייטען מיט דער פליסיגקייט פון דער כלי. נאָכ־דעם האָט פּלאַטאָ זעהר פּאָרזיכטיג איינגעשטעלט דעם בוימעל קיי־קעל אין מיטען דער כלי און האָט איהם דורכגעשטאָכען מיט אַ לאַנגען, דינעם, גראַדען דראָט, וועלכען ער האָט מיט דער הילף פון אַן אַפּאַראַט אַנגעפאַנגען שנעל דרעהען. ווי דער דראָט האָט זיך נאָר אָנגעפאַנגען דרעהען האָט זיך אויך אָנגעפאַנגען דרע־הען דער בוימעל קייקעל. ווען די בעוועגונג איז געוואָרען שנעלער, האָט דער קייקעל ביי זיינע פּאָלען (די ענדען וואו דער דראָט איז געווען דורכגעשטאָכען) אָנגעפאַנגען ווערען פלאַטשיג. ווען די בע־וועגונג איז געוואָרען נאָך שנעלער, האָט זיך פון דעם בוימעל קיי־קעל אָבגעריסען אַ רינג, וועלכער האָט זיך אַ קורצע צייט געדרעהט און דערנאָך האָט ער זיך צוריסען און זיך צונויפגעראָלט אין קליינע קייקעלעך, וועלכע האָבען זיך געדרעהט אַרום דעם גרויסען בוימעל קייקעל אין לענגליכע קרייזען (עליפּסען). דיעזע קליינע בוימעל קייקעלעך האָבען אויך, דרעהענדיג זיך אַרום דעם גרויסען בוימעל קייקעל, זיך געדרעהט אַרום זיך, פּונקט ווי די ערד דרעהט זיך אַרום זיך, ווען זי בעוועגט זיך אַרום דער זון. אויסער די רינגען האָבען זיך אויך אָבגעריסען טראָפּענס פון דעם בוימעל־קייקעל און האָבען זיך פערוואַנדעלט אין קייקעלעך, וועלכע האָבען זיך גע־דרעהט אַרום דעם גרויסען קייקעל.

פון דיעזען עקספּערימענט קען מען, אַלזאָ, זעהן, אַז די טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס קען זיין אַ ריכטיגע. עס זיינען אויך פאַראַן אַנדערע בעווייזע, וואָס שטיצען די טעאָריע פון קאַנט און לאַ־פּלאַס. אין וועלט־רוים געפינען זיך נאָך היינט אַזעלכע גאַז־נעב־

לען-ווי די, פון וועלכע, לויט דער טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס, עס האָט זיך געבילדעט אונזער ערד, די זון, די פּלאַנעטען און די לבנות. דורך פערשיעדענע בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען האָבען די אַסטראָנאָמען אויסגעפונען, אַז אין מאַנכע געגענדען פון וועלט־רוים שוועבט נאָך אַרום אַ צושפּרייטער נעבעל־פאָרמיגער שטאָף, וואָס האָט זיך נאָך ניט צונויפגענומען אין אַ בעשטימטער פאָרם, און אין מאַנכע געגענדען האָט דיעזער שטאָף זיך שוין אָנגעפאַנגען בילדען אין קוגלען און אין רינגען. מען בעמערקט אויך צו־ריסענע רינגען. דיעזער צושפּרייטער נעבעלדיגער שטאָף האָט דעם אויסזעהן פון ווייסע ליכטיגע פלעקען און זיי ווערען בעצייכענט מיט דעם נאָמען נעבעל־פלעקען אָדער נעבולאַ. אַנדערע פון זיי קען מען זאָגאַר זעהן מיט'ן נאַקעטען אויג, אָהן אַ טעלעסקאָפּ.

נאָר פון וואַנען האָט זיך גענומען דער גליהענדער גאַז, וואָס האָט אויסגעפילט דעם וועלט־רוים? און פון וואַנען האָט זיך גענו־מען די צוציהונגס־קראַפט און די אָבשטויסונגס־קראַפט אין די גאַז טיילכעלעך (אַטאָמען)? — אויף דעם האָט אויך קאַנט און לאַפּלאַס קיין ענטפער ניט געקענט געבען, און קיינער וויים נאָך ביז היינט ניט דעם ענטפער. און ווער וויים אויב דאָס וועט ניט בלייבען איי־ביג אַ געהיימניס פאַר אונז. דעם אָנפאַנג פון אַלע אָנפאַנגען, די סבה פון אַלע סבות ווייסען מיר ניט און בעגרייפען ניט. דער מענשליכער שכל שטעלט זיך אָב ביי דעם דאָזיגען גרענעץ און עס פאַנגט זיך אָן די מענשליכע פאַנטאַזיע, וועלכע האָט בעשאַפען פער־שיעדענע געטער און איבער־נאַטירליכע כחות, וועלכע זיינען נאָך מעהר געהיימניס און נאָך מעהר אונבעגרייפליך, ווי דער ערשטער אָנפאַנג פון דער וועלט.

וואָס האָט אָבער דאָס אַלעס צו טהאָן מיט דער ערקלערונג, וואַ־רום דער ערד־קוגעל איז ביי די פּאָלען אביסעל פלאַטשיג? — עס האָט שוין פיעל צו טהאָן. פון דעם עקספּערימענט וואָס פּלאַ־טאָ האָט געמאַכט מיט דעם בוימעל־קייקעל האָבען מיר געזעהן, אַז ווען ער האָט איהם אָנגעפאַנגען דרעהען אין דער רונד איז ער ביי זיינע פּאָלען געוואָרען פלאַטשיג. דאָס איז געקומען פון דער צענ־טריפוגאַל קראַפט. ווי עס איז שוין אויבען ערקלערט געוואָרען, האָט די צענטריפוגאַל קראַפט די ווירקונג, אַז די מאַסע פון אַ רונדען זיך בעוועגענדען קערפּער, ווי אַ ראָד אָדער קוגעל זאָל שטרע־

בען זיך אָבצורייסען פון צענטער. צוליעב דערזעלביגער אורזאכע שטרעבט אויך די מאסע פון די פּאָלען צום צענטער, כדי צו קומען נעהנטער צו איהם און זיך אָבצורייסען. דער מיטען פון דעם קוגעל ווערט דעריבער דיקער און די פּאָלען פּלאַטשיגלעך. ווען די ערד מאַסע איז נאָך ניט געווען פערגליווערט, ווען זי האָט זיך נאָך געפונען אין א שיטערען צושטאַנד האָט זיך איהר געשטאַלט געמוזט אויסבילדען אויף אזא אופן: אין מיטען פון דעם ערד־קוגעל, ביים עקוואטאָר, וואו די געשווינדיגקייט פון דער בעוועגונג איז די גרעס־טע און ממילא, וואו די צענטריפוגאַל־קראַפט ווירקט אמשטארק־סטען, האָט דער ערד־קוגעל געדאַרפט ווערען דיקער, ווייל די ווייכע ערד־מאַסען האָבען געשטרעבט פון די פּאָלען צום מיטען, צום עקוואטאָר, ביי די פּאָלען האָט ער געמוזט ווערען פּלאַטשיגער, פלאַכער.

אויסמעסטענדיג און אויסרעכענענדיג די גרויס פון דער ערד, האָט מען שוין אויך געקענט בעשטימען און בערעכענען די גע־וויכט פון דער ערד. דער דורכמעסער, אָדער דיאַמעטער פון דעם עקוואטאָר, דאָס הייסט, די גראַדע ליניע, וועלכע מען ציהט דורך פון עקוואטאָר דורך דעם צענטער פון דעם ערד־קוגעל, דורך דער גאַנצער דיק פון דער ערד, איז 12,742 קילאָמעטער אָדער 7926½ ענגלישע מייל; די ליניע פון איין פּאָל, צום צווייטען, געצויגען דורך דעם צענטער פון דער ערד, איז 12,698 קילאָמעטער, אָדער 7899½ מייל ענגלישע מייל; דער אומפאַנג פון דער ערד, גע־מאָסטען אַרום עקוואטאָר איז 40,007 קילאָמעטער מיט 764 מע־טער; די אויבערפלעכע פון דער ערד איז 510 מיליאָן קוואדראַט קילאָמעטער און דער אינהאַלט (וואָלומען) פון דער ערד איז 1 ביליאָן 83 מיליאָן קוביק קילאָמעטער.

דורך פערשיעדענע מעטאָדען און אויסרעכנונגען האָט מען אויך אויסגעפונען וויפיעל די ערד וועגט. די איינפאַכסטע מעטאָדע איז אויסצורעכענען די געוויכט פון דער ערד לויט איהר צוציהונגס־קראַפט. מען האָט אויף דעם אופן אויסגעפונען, אז די מאַסע פון וואָס דער ערדקוגעל בעשטעהט איז 5½ מאָל שווערער ווי וואַ־סער, און וויסענדיג די גרויס פון דער ערד האָט מען שוין דאַן גע־קענט אויסרעכענען וויפיעל זי וועגט. לויט די אויסרעכנונגען וועגט די ערד נאָהנט פון 6 קוואדריליאָן קילאָגראַם (א קילאָ־

גראַם איז אונגעפעהר 2 מיט איין־פינפטעל אַמעריקאַנער פונט). גענוי אין ציפער אויסגעדריקט וועט עס זיין 5,875,000,000,000,000,000,000.

ווען מיר זאָגען, אז מען האָט אויסגעפונען דאָס די מאַסע פון וואָס דער ערד־קוגעל בעשטעהט איז 5½ מאָל אזוי שווער ווי וואַסער, קען מען דערפון פערשטעהן, אז די מאַסע טיעף אינווייניג אין דער ערד איז בעדייטענד שווערער ווי די מאַסע, פון וועלכער עס בעשטעהט דער ערד־שאָלעכץ. ווארום די מאַסע, פון וועלכער עס בעשטעהט דער ערד־שאָלעכץ איז ניט 5½ מאָל שווערער ווי וואַסער. דעם צושטאַנד פון דער אינווענינגסטער מאַסע פון דער ערד ווייס קיינער ניט. צו דער טיעפעניש פון דער ערד האָט מען נאָך ביז איצט ניט געקענט צוקומען.

וועגען דעם, וואָס עס קומט פאָר אין דער טיעפעניש פון דער ערד זיינען פאַראַן צוויי טעאָריען. לויט איין טעאָריע איז די אינווענינגסטע מאַסע פון דער ערד ניט קיין גערדיכטע פערהאַרטעוועטע, ווי עס איז דער ערד־שאָלעכץ, נאָר אַ צושמאָלצענע, הייס־גליהענדע. די דאָזיגע טעאָריע ווערט בעגרינדעט מיט דעם פאַקט, וואָס די טעמפּעראַטור פון דער ערד שטייגט אַלץ מעהר, וואָס טיעפער מען קומט אין איהר. פון די טיעפע מינעס, וואָס מען האָט געגראָבען אין דער ערד, ווייסט מען, אז מיט יעדע 50 פוס טיעפקייט אין דער ערד שטייגט די טעמפּעראַטור אונגעפעהר אויף איין גראַד פאַרנהייט. אין אַ טיעפקייט פון 3 טויזענד פוס איז די טעמפּעראַטור מיט 60 גראַד פאַרנהייט העכער ווי אויף דער אויבערפלעכע פון דער ערד. אין די טיעפע קויהלען גרובען איז די טעמפּעראַטור אזוי הויך, דאָס עס מוז אריינגעפּומפּט ווערען קאַלטע לופט פון אויבען, כדי די קויהלען־גרעבער זאָלען קענען ארבייטען. מען דאַרף דעריבער אָננעהמען, אז עטליכע מייל טיעף אין דער ערד מוז די היץ זיין אַזאַ גרויסע, דאָס די ערד־מאַסע איז דאָרטען הייס ווי פייער, און נאָך טיעפער מוז די טעמפּעראַטור זיין אַזאַ הויכע, דאָס די ערד־מאַסע ווערט אין איהר צושמאָלצען. מיט דיעזער טעאָריע, אז דאָס אינווענינגסטע פון דער ערד בעשטעהט פון אַ גליהענדע צושמאָלצענע מאַסע, וויל מען אויך ערקלערען די ערשיינונג פון די פייער־שפּייענדע בערג (וואולקאַנען). די צווייטע טעאָריע איז — און זי איז איצט די מעהר אָנגענומענע — אז דאָס אינ־

וועניגסטע פון דער ערד בעשטעהט אויך פון א פערגלייווערטער הארטער מאַסע און זי איז נאָך געדיכטער, ווי פון דעם אויבערשטען ערד־שאָלעכץ. דיעזע טעאָריע ווערט בעגרינדעט דערמיט, וואָס דורך דעם גרויסען דרוק וואָס די אינערליכע מאַסע פון דער ערד האָט אויסצוהאַלטען מוז זי ווערען אַזוי צונויפגעדריקט, אַז זי מוז זיין נאָך געדיכטער, ווי דער אויבערשטער שאָלעכץ פון דער ערד. ווי גרויס עס איז דער דרוק, וואָס עס ווירקט אויף דער אינערליכער מאַסע פון דעם ערד־קונעל, קען מען זיך מאַכען א בעגריף פון דער פאָלגענדער רעכנונג: אויף יעדען קוואַדראַט־פוס פון דער ערד־מאַסע, וואָס געפינט זיך הונדערט מייל טיעף אונטער דער אויבערפלעכע פון דער ערד, דריקט א משא פון א זייל ערד וואָס איז הונדערט מייל הויך און א קוואַדראַט פוס דיק. דאָס איז א געוויכט פון אַן ערך 40 טויזענד טאָן אָדער 80 מיליאָן פונט. אַזאַ געוויכט קען צודריקען אַלעס וואָס געפינט זיך אויף דער ערד. די אינערליכע מאַסע פון דער ערד ווערט געדריקט גלייכמעסיג פון אַלע זייטען מיט א גוואַלטיג גרויסען דרוק. זי ווערט דעריבער ניט צודריקט, נאָר צונויפגעדריקט, זי איז געדיכטער און האָט מעהר געוויכט.

צוליעב דעם דרוק איז אויך די לופט, די אַטמאָספערע פון דער ערד אונטען געדיכטער און אויבען שיטערער. די לופט וואָס איז נעהנטער צו דער אויבערפלעכע פון דער ערד איז געדיכטער און וואָס העכער פון דער ערד שיטערער. דאָס קומט דערפון, וואָס די אויבערע שיכטען פון דער לופט דריקען מיט זייער געוויכט אויף די אונטערשטע שיכטען. די אונטערשטע שיכטען ווערען דעריבער צונויפגעדריקט און געדיכטער. אין דער הויך פון דריי מייל שוין איז די לופט אַזוי שיטער, דאָס עס איז ווייניג צום אָטעמען.

די לופט ווערט אַלץ קעלטער, וואָס העכער מען קומט. אין דער הויך פון עטליכע מייל הערשט אפילו אין די הייסעסטע זומער־טעג א גרויסער פראָסט. דער האָגעל זומער קומט פון די העכערע שיכטען פון דער לופט, וואו די רעגען טראָפּען ווערען פערפראָרען פון קעלט.

די בעשאַפונג פון דער ערד.

זיעבעטער קאַפּיטעל.

דער ערד־שאָלעכץ און ווי ער איז פערהאַרטעוועט געוואָרען. — די ערד־שיכטען. — רעשטען פון חיות און פלאַנצען אין די ערד־שיכטען. — די פ אָ ס י ל י ע ן. — די לופט אַרום דער ערד. — ווינטען, וואָלקענס, רעגען, שנעע און האָגעל — ליכט־ערשיינונגען אין דער לופט. — דאָס זאָדיאַק־ליכט. — דער מיראַזש. — דאָס סאַנט עלמאָ'ס פייער. — דער רעגען־בויגען און די ליכט־רינגען.

די בעשאַפונג פון דער ערד, איז לויט דער טעאָריע פון קאַנט און לאַפּלאַס, ווי עס איז שוין בעמערקט געווארען אין פאָריגען קאַפּיטעל פאָרגעקומען אויף דעם פאָלגענדען אופן: אין אָנפאַנג איז די ערד געוועזען אַ טייל פון דעם גאַז־נעבעל פון דער זון. דורך די קראַפט פון צוציהונג, וועלכע עקזיסטירט צווישען די שטאָף־טיילכעלעך (אַטאָמען) איז דער דאָזיגער נעבעל געווארען געדיכטער און האָט זיך פערוואַנדעלט אין אַ פליסיגען פייער. וואָס מעהר היץ עס האָט אויסגעשטראַהלט פון דעם פייערדיגען ערד־קוגעל אין דער ארומיגער לופט אַלץ מעהר האָט זיך דער אויבערשטער שיכט פון דער ערד אָבגעקיהלט ביז עס האָט זיך מיט דער צייט אַרום איהר געבילדעט אַ פערהאַרטעוועטער שאָלעכץ. אָבער דער שאָלעכץ איז נאָך ניט געוועזען דיק און שטאַרק גענוג, אויסצוהאַלטען דעם דרוק פון דעם פליסענדען פייער, וואָס איז געוועזען אונטער איהם און וועלכער האָט זיך געריסען אין דרויסען. דער ערד־שאָלעכץ איז דעריבער מעהרערע מאָל אויפגעבראָכען געווארען און עס זיינען ענטשטאַנען אויפ'ן ערד־קוגעל בערג און טאָלען. מיט יעדען אויפברוך האָט פון אינווענינג פון דער ערד אַרויסגעשטראָמט אַ צושמאָלצענע מאַסע, וואָס איז פערוואַנדעלט געווארען אין שטיין, ווען זי האָט זיך אָבגעקיהלט. ווי לאַנג די היץ פון דער ערד איז נאָך געוועזען זעהר גרויס האָט קיין וואַסער אויף איהר ניט געקענט עקזיסטירען. דאָס וואַסער האָט זיך געפונען אין דער לופט, וואָס האָט ארומגערינגעלט די ערד, אין דער פאָרם פון דאַמף (פאַרע). ווען אָבער די

ערד האָט זיך מעהר אָבגעקיהלט, האָט זיך דער דאַמף, וואָס האָט אָנגעפילט די לופט אָנגעפאַנגען פערוואַנדלען אין א נעבעל און שפּעטער אין רעגען־טראָפּענס, וועלכע זיינען געפאַלען אויף דער ערד. דער וואַסער־דאַמף וואָס האָט זיך געפונען אין דער לופט איז געווען אין אַזאַ גרויסער מאָס, דאָס דער רעגען, אין וועלכען ער האָט זיך פערוואַנדעלט, ביי דער אָבקיהלונג פון דער ערד, איז געווען אַזוי גרויס, דאָס עס איז פון איהם געוואָרען א מבול וועלכער האָט פערפלייצט די ערד. דורך דיעזע גרויסע פערפלייצונגען זיינען פיעלע בערג אָבגעשווענקט געוואָרען און זייער מאַסע איז פערטראָגען געוואָרען אין די טאָלען. דורך דעם האָט זיך געבילדעט א נייער שיכט ערד אויף דער אויבערפלעכע פון ערד־קוגעל. ער איז בעשטאַנען פון די טיילען פון דעם שטיינערנעם שאָלעכץ, וואָס די וואַסער־פערפלייצונגען האָבען אָבגעריבען. דורך דער ווירקונג פון דער לופט און פון וואַסער איז די אויבערשטע שיכט פון דער ערד געוואָרען ווייכער און עס האָבען אָנגעפאַנגען וואַקסען פלאַנצונגען און עס זיינען ענטשטאַנען לעבעדיגע בעשעפעניסען. ווי אַזוי די פלאַנצונגען האָבען אָנגעפאַנגען וואַקסען און ווי אַזוי עס זיינען ענטשטאַנען לעבעדיגע בעשעפעניסען, האָבען מיר נאָך היינט ניט קיין ריכטיגע ערקלערונג. צו דיעזער געהיימניס האָט נאָך דער מענשליכער שכל ניט דערגרייכט. די רעגען־מבול'ס אָבער האָבען נאָך ניט אויפגעהערט. זיי פלעגען קומען און אָראָבוואַשען די פלאַנצונגען מיט די לעבעדיגע בעשעפעניסען און פלעגען זיי פערטראָגען אין די טאָלען. אויף אַזאַ אופן האָט זיך פון די צוריבענע פלאַנצען, פון די רעשטען פון חיות און פון די אָבגעריבענע טיילען פון די שטיינערנע בערג זיך געבילדעט א דריטער שיכט אויף דער אויבערפלעכע פון דער ערד. אונטער דער צייט האָט די אינוועניגסטע פייערדיגע מאַסע פון דער ערד זיך מעהרערע מאָל דורכגעבראָכען דורך דעם ערד־שאָלעכץ און האָט אין פיעלע ערטער געבילדעט נייע בערג און נייע טאָלען, וואו די ערד שיכטען זיינען איבערגעקעהרט געוואָרען פון אונטען אַרויף.

דורך טיעפע אויסגראָבונגען וועלכע זיינען געמאַכט געוואָרען אין דער ערד און דורך ערד־ציטערנישען, וועלכע זיינען פאָרגעקומען אין פערשיעדענע צייטען, קען מען זעהן ווי די ערד בעשטעהט פון פערשיעדענע שיכטען פון פערשיעדענע מאַטעריאַלען, וועלכע

ליעגען איינע אויף די אנדערע. גראבענדיג אין דער ערד, בעגעג־נעט מען זאמד, שטיינער, מעטאלען, קרייד, שטיין־קויהלען, זאל־צען א. אז. וו. די הארטע שטיינער בעלאנגען צו דעם ערשטען שאלעכץ פון דער ערד, זיי געפינען זיך דעריבער אין די אונטער־שטע שיכטען פון דער ערד. די ווייכע שטיינער האבען זיך געביל־דעט פון די אבגעריבענע טיילען פון די הארטע שטיינער. מאנכע פון די ווייכע שטיינער ווי שיפערשטיין (טאוועל־שטיין) האט זיך געבילדעט פון זאמד־שטויב און רעשטען פון חיות און פלאנצען, וועלכע זיינען דורך דעם דרוק פון דער ערד און פון וואסער צו־זויפגעפרעסט געווארען אין איין מאסע. שטיין־קויהלען האבען זיך געבילדעט פון פלאנצען, וועלכע זיינען צונויפגעפרעסט געווארען פון דעם דרוק פון די אויבערשטע שיכטען פון דער ערד. אין די שטיין־שיכטען פון דער ערד זיינען פערבליבען שפורען פון חיות און פלאנצען. מען געפינט אמאל אין זיי פערשטיינערטע חיות און פלאנצען, אדער אן אויסגעדריקטע פארם פון זיי. מען האט אויך געפונען גאנצע ניט פערשטיינערטע סקעלעטען פון מאנכע חיות, וואס האבען געלעבט אויף דער יבשה אדער אין וואסער, אין די טיעפע שיכטען פון דער ערד. די פערשטיינערטע רעשטען פון חיות אדער פלאנצען, וועלכע געפינען זיך אין די פערשיעדענע שיכ־טען פון דער ערד, ווערען אנגערופען פאסיליען. אין די פערשיע־דענע שיכטען פון דער ערד געפינט מען פערשיעדענע פאסילי־ען, פון וועלכע מען קען זעהן די ענטוויקלונג פון די פלאנצען און פון די לעבעדיגע בעשעפעניסען, וועלכע האבען עקזיסטירט אויף דער ערד אין פערשיעדענע צייטען. לויט די פאליסיען קען מען בעשטימען וועלכע ערד־שיכטען עס האבען זיך געבילדעט פריהער און וועלכע שפעטער. אין די סאמע אונטערשטע שיכטען געפינען זיך רעשטען פון חיות פון זעהר א ניעדריגער מדרגה, מיט ווייניג גליעדער, ניט קיין ענטוויקעלטע, ווי מושעל־טיערע און דעם גליי־כען. אין די העכערע שיכטען געפינט מען שוין די רעשטען פון מעהר ענטוויקעלטע חיות, ווי פיש, שרצים א. אז. וו. וואס העכער א שיכט קומט אלץ מעהר ענטוויקעלטער זיינען די בעשעפענישען.

די ערד איז ארומגערינגעלט מיט לופט אדער אטמאספערע. ווי הויך עס איז דער לופט־שיכט, וואס רינגעלט ארום די ערד איז ניט פעסט בעשטימט. עס עקזיסטירען פערשיעדענע בעהויפטונ־

גען. אנדערע נאַטור־פאָרשער בעהויפּטען, אז דער לופט־שיכט ארום דער ערד דערגרייכט בלויז די הויך פון 80 קילאָמעטער אָדער 50 מייל, און אנדערע בעהויפּטען, אז ער דערגרייכט די הויך פון 800 קילאָמעטער אָדער 500 מייל.

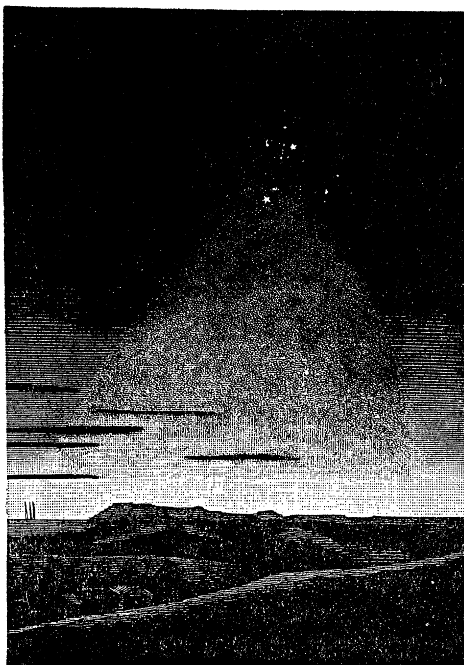
די לופט אָדער אטמאָספערע איז די היים פון ווינד און פון וואָלקען. די ווינטען און די וואָלקענס האָבען א גרויסען איינפלוס אויף די ענדערונגען פון וועטער. די ווינטען ווערען פערורזאכט פון די פערשידענהייטען פון די קלימאטען, וועלכע הערשען אויף דעם ערד־קוגעל. אויף דעם עקוואַטאָר איז היים. די אָנגעהיצטע לופט אין די געגענדען פון עקוואַטאָר שטייגט ארויף אין דער הויך, ווייל לופט, ווען עס ווערט היים ווערט לייכטער. צו פערנעהמען דעם לעדיגען פּלאַץ פון דער אויפגעשטיגענער הייסער לופט, קומען שטראָמען קאַלטע לופט פון די קאַלטע פּאָלאַר־געגענדען. דורך דיעזע בעוועגונג פון דער לופט ווערט געשאַפען א ווינד. די פערטייטשונג פון ווינד איז לופט־בעוועגונג. די לופט, וועלכע טראָגט זיך אין דער פאָרם פון א ווינד איבער ימים, טייכען, אָזערעס און זומפּען זויגט איין אין זיך גרויסע מאסען וואסער וואָס פערוואנדעלט זיך אין דער לופט אין א נעבעל (טומאַן), אין רעגען, שנעע און האָגעל. ווען א ווארימער לופט־שיכט, וואָס ענטהאלט אין זיך פייכטקייט טרעפט זיך צוזאמען מיט א קאַלטען לופט־שיכט, ציהט זיך די פייכטקייט, וואָס דער ווארימער לופט־שיכט ענטהאלט, צוזאמען און ווערט פערוואנדעלט אין א נעבעל. ווען ער טרעפט זיך צוזאמען מיט נאָך א קעלטערען לופט־שיכט ציהט זיך די פייכטקייט נאָך מעהר צוזאמען, ווערט געדיכטער און פערוואנדעלט זיך אין א וואָלקען. ווען דיעזער וואָלקען בעגעגענט אויף זיין וועג א הייסען, טרוקענעם לופט־שיכט, ווערט ער אויסגעטריקענט. דער הייסער טרוקענער לופט־שיכט ציהט פון איהם ארויס זיין פייכטקייט. דער וואָלקען פערשווינדט. ווען ער טרעפט זיך אָבער מיט א קאַלטען לופט־שיכט ווערט די פייכטקייט, וואָס ער ענטהאלט אין זיך, צונויפגעצויגען און עס בילדען זיך וואסער־טראָפּענס, וועלכע פאַלען ארונטער אויף דער ערד אלס רעגען. ווען דער וואָלקען האָט זיך אָנגעטראָפען מיט נאָך א קעלטערער לופט־שיכט ווערט די פייכטקייט אין איהם פערפראָרען און פערוואנדעלט אין שנעע, אדער אין האָגעל.

אין דער לופט קומען פאָר פערשיעדענע ליכט־ערשיינונגען, אויסער די ליכט־ערשיינונג וועלכע קומען פון דער זון, פון די שטע־רען, פון די קאָמעטען און פלאַנעטען. די לופט האָט אַ גרויסע ווירקונג אויף די ליכט־שטראַהלען, וועלכע קומען צו אונז פון דער זון. אַנדערע שטראַהלען זויגט די לופט איין, אַנדערע ברעכט זי און נייגט זיי אָב פון זייער ריכטונג און אַנדערע שוואַכט זי אָב אין זייער העלקייט. דורך דעם, וואָס די ליכט־שטראַהלען ברעכען זיך אין דער לופט בילדען זיך ליכט־ערשיינונגען פון פערשיעדענע קאָלירען. דער הימעל ערשיינט אָפט אין פערשיעדענע קאָלירען. דאָס זיינען די קאָלירען פון דער לופט, וועלכע ענדערען זיך דורך די שטראַהלען פון דער זון אונטער פערשיעדענע אומשטענדען און בע־דינגונגען. אמאָל זעהט אויס די לופט העל בלוי, אמאָל דונקעל בלוי, אמאָל רויטליך א. אז. וו.

אויסער די געוועהנליכע, אַלטעגליכע ליכט־ערשיינונגען אין דער לופט זיינען פאַראַן אַ גאַנצע רייהע אַנדערע ליכט־ערשיינונ־גען, וועלכע קומען פאָר אמאָל עפטער אמאָל זעלטענער אין פער־שיעדענע פלעצער. ניט אַלע ליכט־ערשיינונגען, וועלכע קומען פאָר אין דער אַטמאָספערע, זיינען פאָלשטענדיג ערקלערט געוואָרען. אַנ־דערע פון זיי זיינען נאָך ביז היינט ניט ערקלערט געוואָרען און מען ווייס ניט גענוי זייערע אורזאַכען. אין אַן אַנדער קאַפּיטעל איז בע־שריבען געוואָרען די ערשיינונג פון פּאָלאַר־ליכט (אוירארא), איי־נע פון די ליכט־ערשיינונגען, וועלכע מען ווייס נאָך ניט גענוי איהר ריכטיגע אורזאַכע און מען מוז זיך פאָרלויפיג בעגנוגען מיט סברות און השערות. עס איז אויך פאָרלויפיג ווייניג אויפגעקלערט געוואָ־רען די ערשיינונג פון זאָדיאַק־ליכט, פון וואַנען עס קומט און וואָס זיין אורזאַכע איז.

ביי זונען־אויפגאַנג אין הערבסט און ביי זונען־אונטערגאַנג אין פריהלינג זעהט מען מאַנכעס מאָל ווי פון דעם אָרט, וואו די זון געפינט זיך, שטייגט ארויף אַ העלער, ליכטיגער זייל ביז׳ן הימעל אין דער ריכטונג פון דעם עקליפּטיק. דיעזע ערשיינונג ווערט דע־ריבער גערופען זאָדיאַק־ליכט, ווייל דער עקליפּטיק, געגען וועלכען דער ליכטזייל איז גענייגט, ליעגט אין דעם קרייז פון זאָדיאַק. — (זעה קאַפּיטעל פיערצעהן, „די שיינבאַרע בעוועגונג פון דער זון"). אין די געגענדען פון עקוואַטאָר זעהט מען דיעזע ליכט־

ערשיינונג דאָס גאַנצע יאָהר. די אורזאכע פון דיעזער ערשיינונג ווייס מען נאָך ביז היינט ניט אויף קלאָר. עס איז פאַראַן א טעאָריע, אז די זון האָט אַרום איהר עקוואַטאָר אזא לופט־רינג, וועלכער גרייכט ביז'ן קרייז, אין וועלכען די ערד בעוועגט זיך, און ווען די ערד קומט אין געוויסע פונקטען פון איהר קרייז, דערזעהט מען דיזען לופט־רינג, וועלכער ערשיינט אין דער פאָרם פון אַ ליכט־זייל. דער בעריהמטער דייטשער נאַטור־פאָרשער אַלעקסאַנדער פאָן הומבאָלדט (געב. 1769, געש. 1859) האָט זיך בעזאָנדערם אָבגעגעבען מיט דער אויספאָרשונג פונ'ם זאָדיאַק־ליכט און זיין מיינונג איז. אַז די דאָזיגע ערשיינונג קומט פון דער אַטמאָספערע פון דער ערד.



צייכנונג 8. דאָס זאָדיאַק ליכט אין די געגענדען נאָהנט פון עקוואַטאָר.

אַן אינטערעסאַנטע ליכט־ערשיינונג איז דער מיראַזש. דיעזע ערשיינונג בעשטעהט אין דעם, וואָס גאַנץ ווייטע געגענשטענדע, שפּיגלען זיך אָב אין דער לופט איבערגעקעהרטערהייד. דער מיראַזש קומט אָפט פאָר אין די הייסע זאַמד מדבריות. די רייזענדע אין דיעזע מדבריות דערזעהען פּלוצים פאר זייערע אויגען דערפער, שטעדט, מענשען, חיות, בוימער הענגען אין דער לופט איבערגע־

קעהרטערהייד, מיט'ן קאָפּ אראָב און מיט די פים ארויף. מאַנכעס מאָל זעהט מען דיעזע ערשיינונג פאָהרענדיג אויפ'ן ים. אין דעם מדבר סאהארא קומט דיעזע ערשיינונג פאָר עפטער ווי אומעטום.

די ערשיינונג פון מיראזש ווערט ערקלערט דורך די אייגענ־שאַפט פון דער לופט אָבצונייגען אָדער צו ברעכען ליכט־שטראַהלען. ווען די ליכט־שטראַהלען געהען דורך צוויי פערשיעדענע לופט־שיכ־טען, וואָס איינער פון זיי, וועלכער איז נעהנטער צו דער ערד, איז טרוקענער און דורכזיכטיגער, ווי דער, וואָס איז איבער איהם, דאַן שפּיעגלען זיך אָב די בילדער פון ווייטע געגענשטענדע איבערגע־קעהרטערהייד, מיט'ן קאָפּ אראָב און מיט די פים ארויף.

א מיראזש האַלט ניט לאַנג אָן, ווי עס ווערט נאָר אַן ענדערונג אין דער לופט פערשווינדט ער.

אַן אַנדער אינטערעסאַנטע ליכט־ערשיינונג איז דאָס סאַנט עלמאָ'ס פייער. דיעזע ערשיינונג בעשטעהט אין דעם, וואָס אויף די שפּיצען פון קירכען־טורעמס, מאַסטען פון שיפען, בליץ־אָבלייטערס א. ד. ג. בעווייזט זיך א פאָספאָר ליכט. די אור־זאַכע פון דיעזער ליכט־ערשיינונג, איז די עלעקטריציטעט, וואָס געפינט זיך אין דער לופט. די שפּיצען פון הויכע געביידעס, פון טורעמס א. אז. וו. ציהען צו צו זיך די עלעקטריציטעט פון דער לופט און עס בילדעט זיך אויף זיי דער פאָספאָרישער שיין, וואָס מען האָט א נאָמען געגעבען סאַנט עלמאָ'ס פייער.

דער רעגענבויגען בילדעט זיך פון די שטראַהלען פון דער זון, וועלכע שפּיעגלען זיך אָב אין די קליינע רעגען־טראָפּענס, וועלכע זיינען געבליבען הענגען אין דער לופט. די שטראַהלען פון דער זון האָבען פערשיעדענע פאַרבען, וועלכע מען קען זעהן, ווען מען האַלט א דרייקאַנטיגען שטיקעל קריסטאַל־גלאָז פאַר דער זון. אין א טומאַן, ווען די לופט ענטהאַלט אין זיך פיעל פייכטקייט, זעהט מען אָפט ארום דער זון אָדער דער לבנה ל י כ ט־ר י נ ג ע ן אָדער ל י כ ט־ק ר י י ז ע ן. דיעזע ליכט־רינגען ענטשטעהען פון די שטראַהלען פון דער זון אָדער פון דער לבנה, וועלכע שפּיג־לען זיך אָב אין די קליינע וואַסער־טיילכעלעך, וואָס געפינען זיך אין דער לופט. אַן עהנליכע ערשיינונג קען מען אויך בעמערקען ארום דעם שיין פון א גאַסען־לאַמטערנע ווען עס איז א טומאַן.

דרעהט זיך די ערד אָדער זי שטעהט?

אַכטער קאַפּיטעל.

דאָס גלויבען, אַז די ערד שטעהט און אַז די זון און די שטערען דרעהען זיך אַרום איהר. — די אַסטראָנאָמישע לעהרען פון די אַלטע גריכען. — די אַסטראָנאָמישע טעאָריע פון דעם גריכישען אַסטראָנאָם פּטאָלמעאוס. — די קריסטאָלענע הימלען און די ספערעס. — ניקאָלאַי קאָפּערניק בעווייזט, אַז די ערד דרעהט זיך. — ווער עס איז געווען ניקאָלאַי קאָפּערניק.

ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס אַסטראָנאָמיע איז פערעכענט אַלס די עלטעסטע וויסענשאַפט, איז אָבער דאָך איהר ענטוויקלונג צוגעגאַנגען זעהר לאַנגזאַם. דאָס נאַקעטע מענשליכע אויג איז ניט געווען שאַרף גענוג צו בעאָבאַכטען אַלע ערשיינונגען אויפ'ן הי־מעל. דאָס מענשליכע אויג איז צו קורצזיכטיג צו דערזעהן אַלץ וואָס אין דער שטערען־וועלט קומט פאָר. דערצו איז אויך דער מענשליכער געדאַנק אָפט צו קאָנסערוואַטיוו און וויל ניט אָבטרעטען פון די אָנגענומענע וואַרהייטען, ווען אפילו זיי לעגען זיך ניט זעהר שטאַרק אויפ'ן שכל.

טויזענדע יאָהרען איז געווען אַן אָנגענומענע וואַרהייט, אַז די ערד איז דער צענטער פון דער וועלט און אַז די זון, די לבנה און די שטערען דרעהען זיך אַרום דער ערד, און די קלוגסטע און טיעפ־סטע קעפּ פון דער מענשליכער ראַסע האָבען טויזענדער יאָהרען פון דיעזער אָנגענומענער וואַרהייט ניט געוואָלט אָבטרעטען. דיע־זע זאָגענאַנטע וואַרהייט איז מיט דער צייט זאָגאַר פערהייליגט גע־וואָרען, און עס איז שוין גאָר געווען אַן אפּיקורסות אַנדערש צו טראַכטען. עס איז געוואָרען אַ זינד געגען דער רעליגיאָן אָבצולייי־קענען די אָנגענומענע תורה, אַז די ערד שטעהט און אַז די זון דרעהט זיך אַרום איהר. עס האָט געמוזט אָנגעפיהרט ווערען אַ שווע־רער קאַמפּף, אַ קאַמפּף געגען דעם קאָנסערוואַטיווען געדאַנק פון דעם מענשען און אַ קאַמפּף געגען דער רעליגיאָן, ביז עס האָט גע־

זיענט די איבערצייגונג, אַז ניט די זון דרעהט זיך אַרום די ערד, נאָר אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון.

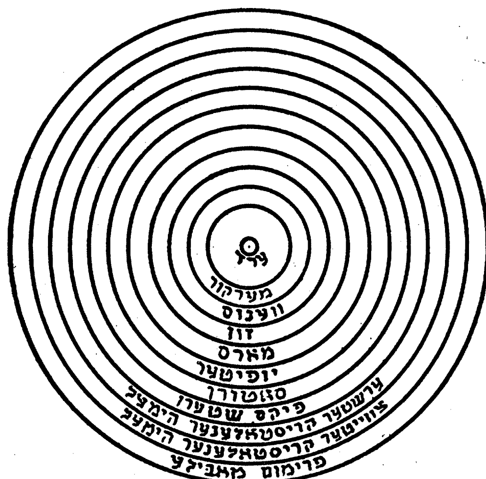
עס איז אין אַ פריהערדיגען קאַפּיטעל דערמאָהנט געוואָרען, אַז די ערשטע ענטוויקלונג האָט די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט גע־קראָגען ביי די אַלטע פעלקער אין עגיפּטען, אין בבל און אין כינא. עס דאַרף אָבער בעמערקט ווערען, אַז ווען מען רעדט אין אַלגעמיין וועגען דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט ביי די אַלטע פעלקער מיינט מען געוועהנליך די גריכען.

דער גריכישער פילאָזאָף טהאַלעס, וועלכער האָט געלעבט 600 יאָהר פאַר אונזער צייט־רעכנונג איז שוין געקומען צו דער איבער־צייגונג, אַז אונזער ערד איז רונד און אַז די לבנה בעקומט איהר ליכט פון דער זון. עס ווערט בעהויפּטעט, אַז פּיטהאַגאָראַס, וועל־כער האָט געלעבט אַ ביסעל שפּעטער פון טהאַלעס, האָט אויסגע־דריקט די איבערצייגונג, אַז די ערד און די אַנדערע פּלאַנעטען דרעהען זיך אַרום דער זון. עס איז אָבער זיכער, אַז אַריסטאַרכוס האָט מיט 280 יאָהר פאַר אונזער צייט־רעכנונג געלערענט זיינע תלמידים, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון. עראַטאָסטהענעס האָט אויסגעפונען אַ מיטעל ווי צו מעסטען דעם אומפאַנג פון דער ערד. היפּאַרכוס האָט געמאַכט אַ קאַטאַלאָג פון די שטערען וואָס מען קען זעהן איבער דעם האָריזאָנט.

די אַלטע גריכען האָבען געמאַכט זעהר וויכטיגע אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען און אויסרעכענונגען, אָבער דאָך זיינען זיי ניט געקו־מען איבריגס ווייט אין דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. די אַלטע גריכען זיינען געווען מעהר אריינגעטהאָן אין קונסט און אין פי־לאָזאָפיע איידער אין קוקען אויף די שטערען און מאַכען לאַנג דויערנדע בעאָבאַכטונגען ווי זיי בעוועגען זיך און וואָס פאַר קריי־זען זיי מאַכען. די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט פון די אַלטע גרי־כען איז געווען געבויט מעהר אויף סברות און פילאָזאָפישע חקירות, ווי אויף בעאָבאַכטונגען. אָבער ווי די זאַך זאָל ניט זיין האָט די וועלט זיך דאָך לאַנג געהאַלטען פאַר די טעאָריעס פון די אַלטע גרי־כישע אַסטראָנאָמען, און די טעאָריע פון דעם גריכישען אַסטראָנאָם קלאַדיוס פּטאָלמעאוס, וועלכער האָט געלעבט אונגעפעהר אין יאָהר 150 נאָך קריסטוס געבורט, איז געווען אָנגענומען פון דער וועלט פאַר דער איינציגער ריכטיגער אַסטראָנאָמישער תורה ביז'ן אָנפאַנג

פון 15טען יאָהרהונדערט, ווען ניקאָלאַי קאָפּערניקוס האָט אַזוי אי־בערצייגענד בעוויזען איהר פאַלשקייט.

לויט דער טעאָריע פון פּטאָלמעאוס איז די ערד אונבעוועג־ליך און איז דער צענטער פון דער וועלט, אַרום וועלכען עס בע־וועגען זיך אַלע הימלישע קערפּער אין דער פאָלגענדער אָרדנונג: צוערשט די לבנה, נאַכהער מערקור, ווענוס, די זון, מאַרס, יופּי־טער און סאַטורן. די הימלישע קערפּער בעוועגען זיך אָבער אַרום די ערד ניט קיין „נאַקעטע" נאָר אין קריסטאָלענע קוגלען אָדער ספערעס (גלגלים), וועלכע ליגען איינע אין די אַנדערע. עס זיי־נען אויף דעם אופן פאַראַן זיעבען הויפּט־ספערעס. אָבער אַזוי

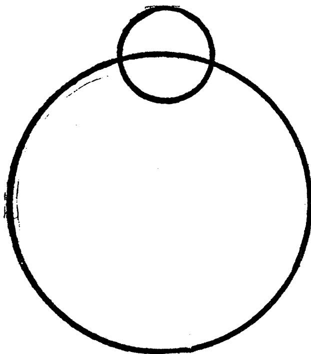


ציי‍כנונג 9. די סיסטעם פון פּטאָלמעאוס.

ווי עס זיינען פאַראַן אין הימעל פיקס־שטערען, אַזעלכע שטערען וואָס בעוועגען זיך ניט, נאָר שטעהען אויף אַן אָרט, דאַרף מען אויך האָבען פאַר זיי אַ ספערע. אין די אַכטע ספערע, אַלזאָ, גע־פינען זיך די פיקס־שטערען. דערצו קומען נאָך צוויי ספעציעלע ספערעס, וועלכע ווערען גערופען ערשטער און צווייטער קריסטאָ־לענער הימעל. דיעזע צוויי ספערעס דאַרף מען האָבען צו רעגולירען דעם גאַנג פון די מזלות. צום לעצט קומט די גרעסטע ספערע, וועל־

כע בעוועגט מיט איהר כח אַלע אַנדערע ספערעס. דיעזע ספערע האָט דעם נאָמען „פרימוס מאָבילע“, די ערשטע בעוועגונגס־קראַפט. צוזאַמען זיינען, הייסט עס, פאַראַן עלף ספערעס.

האָט מען אָבער מיט דער טעאָריע פון די ספערעס אַ סך זאַכען ניט געקענט ערקלערען אין דער בעוועגונג פון די פּלאַנעטען. מען האָט ניט געקענט פערשטעהן וואָרום שיינט עס, אַז די פּלאַנעטען געהען אַזוי אונרעגעלמעסיג, אַמאָל געהען זיי פאָרויס, אַמאָל שיינט עס, אַז זיי שטעלען זיך גאָר אָב און אַמאָל שיינט עס, אַז זיי געהען גאָר אויף צוריק, אַזוי אַז עס קומט אויס, אַז זיי מאַכען שלייפען אויף זייער וועג. פאַר דעם צוועק האָבען די אַסטראָנאָמען, וואָס האָבען אָנגענומען פּטאָלמעאוסעס לעהרע געמוזט מאַכען אין איהר אייניגע אויסבעסערונגען, וועלכע האָבען איהר נאָך מעהר פערפּלאָנטערט. זיי האָבען געמאַכט אַ טעאָריע, אַז די ערד געפינט זיך אַ ביסעל אָן אַ זייט, ניט אין רעכטען מיטעלפּונקט פון די ספערעס און דעריבער קומט עס אויס, אַז אַמאָל געפינען זיך די פּלאַנעטען און די זון, וואָס דרעהען זיך אַרום דער ערד, אַמאָל נ ע ה ע נ ט ע ר צו איהר און אַמאָל ווייטער, און דערפון קומען אַרויס די אונרעגעלמעסיגקייטען. דיעזע טעאָריע האָט אָבער נאָך אַלץ ניט פערענטפערט אַלע קשיות, און מען האָט געמוזט געפינען נאָך אַ טעאָריע. לויט דיעזער טעאָריע דרעהען זיך ניט די פּלאַנעטען דירעקט אַרום דער ערד, נאָר זיי דרעהען זיך אַרום אַ ספּעציעלען קרייז וואָס זיין צענטער דרעהט זיך אַרום דער ערד. דעם דאָזיגען קרייז, וועמעס צענטער עס דרעהט זיך אַרום דער ערד, האָט מען אַ נאָמען געגעבען „עפּיציקל“. ווען מען האָט אָבער אָנגעפאַנגען גענויער בעטראַכטען די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען, האָט זיך אַרויסגעשטעלט, אַז די בעוועגונגען שטימען נאָך אַלץ ניט מיט דער טעאָ־



ציינכנונג 10. אַן עפּיציקעל.

ריע, און מען האָט געמוזט געברויכען נאָך איין „עפּיציקל", שפּע־טער האָט מען נויטיג געהאַט א דריטען, א פיערטען א. אז. וו., אז די טעאָריע זאָל קענען שטימען. עס האָט אָבער ניט געהאָלפען, עס האָט דאָך ניט געשטימט, און מען האָט כסדר געמוזט זוכען נייע תרוצים ווי צו פערענטפערען די אַלע נייע קשיות, וועלכע זיינען ארויסגעוואקסען, וואָס מעהר מען האָט שטודירט די בעוועגונגען פון די שטערען אין הימעל.

אַן אַנדער טעאָריע איז געווען, אז מערקור און ווענוס דרעהען זיך ארום דער זון, און די זון מיט זיי ביידען דרעהען זיך ארום דער ערד.

נאָר צו וואָס אזא משונה'דיגע טעאָריע, אז די זון די לבנה און די אַנדערע שטערען דרעהען זיך ארום אזעלכע קרייזען, וועמעס צענטרען עס דרעהען זיך ארום דער ערד? ווארום אזא משונה'דיגע דרעהעניש מיט אזא ווילדער פּלאָנטערניש? — דאָס איז אַלץ צוליעב דעם, כדי מען זאָל די ערד ניט דאַרפען ריהרען פון איהר רוה.

ווי לאַנג מען האָט זיך געהאַלטען פאַר דער טעאָריע, אז די ערד בעוועגט זיך ניט און אז די זון און די אַנדערע שטערען בעוועגען זיך ארום איהר, דאַן איז מען געצוואונגען געווען אויסצוטראַכטען פערשיעדענע מינים דרעהענישען, כדי אָנצוהאַלטען די טעאָריע. און דיעזע משונה'דיגע טעאָריע האָט זיך דאָך געהאַלטען א לאַנגע צייט, און עס זיינען זאַגאַר געווען צייטען, ווען עס איז געווען געפעהרליך צו צווייפלען אין איהר ריכטיגקייט.

דער ערשטער, וואָס האָט וויסענשאַפטליך בעוויזען די פאַלשקייט פון פּטאָלמעאוסעס טעאָריע וועגען דעם וועלט־סיסטעם, איז געווען דער וועלט־בעריהמטער מאַלער־קינסטלער לעאָנאַרדאָ דאַ־ווינטשי (געבאָרען אין יאָהר 1452, געשטאָרבען אין 1519).

לעאָנאַרדאַ דאַ־ווינטשי איז ניט געווען בלויז איינער פון די גרעסטע קונסט־מאַלער פון דער וועלט, נאָר ער איז אויך געווען איינער פון די גע‍ניאַלסטע דענקער און ערפינדער פון דער וועלט. מיט זיין געניאַלען שכל האָט דאַ־ווינטשי קלאָר און דייטליך בעוויזען, אז די טעאָריע, דאָס די ערד שטעהט אויף אַן אָרט און אז די זון דרעהט זיך ארום איהר איז א דורכאויס פאַלשע. ער האָט בעוויזען, אז אין דער ווירקליכקייט דרעהט זיך ניט די זון ארום די

ערד נאָר אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון. אָבער די ענטדעקונג פון דאַ־ווינטשי איז ניט פערעפענטליכט געוואָרען אין זיין צייט. די וועלט האָט זיך פון איהר דערוואוסט אַ סך שפּעטער, און די טעאָריע פון פּטאָלמעאוס איז געבליבען אויף ווייטער אַלס אַן אָנ־גענומענע וואָרהייט. ביז עס איז געקומען **ניקאָלאַי קאָפּערניקוס** און האָט זי געבראָכען.

ניקאָלאַן קאָפּירניקוס אָדער קאָפּערניק איז געבאָרען געוואָרען דעם 19טען פעברואַר 1473 אין טהאָרן, וועסט־פּרייסען. ער איז געווען אַ זוהן פון אַ פּויליש ען בעקער, איז אין זיין פריהער יוגענד געבליבען אַ יתום און האָט זיך ער־צויגען ביי זיינעם אַ פעטער, אַ גלח.


ניקאָלאַי קאָפּערניקוס.

זיין אַקאַדעמישע ביל־דונג האָט קאָפּערניק גע־קראָגען אין קראָקויער או־ניווערזיטעט, וואו ער האָט שטודירט מאַטעמאַטיק, פילאָזאָפיע, טעאָלאָגיע און מעדיצין, ווען ער איז אַלט געוואָרען 23 יאָהר, איז ער אַוועקגעפאָהרען אין איטאַליען. ווען ער איז געקומען צוריק האָט מען איהם אין קראָקויער אוניווערזיטעט פאָרגעלעגט אַ פּראָפעסאָר שטעלע, אָבער ער האָט די שטעלע ניט אָנגענומען, מיט דער ערקלערונג, אַז ער דאַרף זיך נאָך אַליין לערנען.

אין יאָהר 1510 האָט זיך קאָפּערניק בעזעצט אין פרויענבורג, וואו ער האָט געקראָגען, דורך זיין פעטער, וועלכער איז געוואָ־רען אַ בישאָף, אַ שטעלע פון אַ קאַנאָניק (אַ גלח אין אַ קירך). אין פרויענבורג האָט קאָפּערניק זיך הויפּטזעכליך אָבגעגע־בען מיט דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, דערביי אָבער האָט ער

אויך די אַנדערע וויסענשאַפטען ניט פערלאָזען. קאָפּערניק האָט זיך אויך בעשעפטיגט מיט מעדיצין און איז געוואָרען אַ בעריהמ־טער דאָקטאָר אין זיין צייט. ער האָט זיך אויך פערנומען מיט אינ־זשינער אַרבייט, אין וועלכער ער האָט אַרויסגעוויזען גרויסע פע־היגקייטען. קאָפּערניק איז אין אַלגעמיין געוועזן אַ מושלם און צו וואָס ער האָט זיך גענומען האָט ער געטויגט און אַרויסגעוויזען אויס־סערגעוועהנליכע פעהיגקייטען. נאָר ניט מיט זיין געראָטענקייט און פעהיגקייט פאַר פערשיעדענע בעשעפטיגונגען איז קאָפּערניק בעריהמט געוואָרען און געבליבען אונשטערבליך. זיין בעריהמט־הייט און זיין אונשטערבליכקייט האָט ער זיך פערדיענט מיט זיינע אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען און מיט דער אַסטראָנאָמישער סיס־טעם וואָס ער האָט אויסגעאַרבייט, וועלכע איז געווען אַ רעזולטאַט פון זיינע פיעל־יעהריגע פאָרשונגען, בעאָבאַכטונגען, טיעפען דענ־קען און שטודירען. קאָפּערניק איז דער גרינדער פון דער מאָדער־נער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, ער איז געווען דער יעניגער, וואָס האָט מיט אונבעשטרייטבאַרע אַרגומענטען בעוויזען, אַז ניט די זון דרעהט זיך אַרום דער ערד, נאָר אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון. און קומענדיג צו דיזער איבערצייגונג האָט ער אויסגעאַרבייט אַן אַסטראָמישע סיסטעם, וועלכע איז שפּעטער אָנגענומען געוואָרען פון דער וויסענשאַפט אַלס אַן אונבעשטרייטבאַרע וואַרהייט.

שוין אין יאָהר 1507 איז קאָפּערניק געקומען, דורך זיינע פאָר־שונגען, צו דער איבערצייגונג, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון, אָבער עס האָט איהם גענומען 29 יאָהר פאַר וויטערדיגע פאָר־שונגען און בעאָבאַכטונגען, אַז ער זאָל קענען בעהויפּטען, אַז זיין ענטדעקונג איז פאָלשטענדיג בעוויזען און בעגרינדעט.

קאָפּערניק האָט אָנגעשריבען 6 ביכער, אין וועלכע ער האָט בע־גרינדעט זיין נייע אַסטראָנאָמישע סיסטעם, אָבער ער האָט ניט דערלעבט צו זעהן זיין גרויסע אַרבייט פערשפּרייטענדיג זיך איבער דער וועלט. ווען עס איז אַרויס פון דרוק דאָס ערשטע בוך, איז קאָפּערניק שוין געלעגען אויף זיין טויטען־בעט. ער האָט דאָס ערשטע בוך נאָך אין זיין האַנד געהאַלטען, אין עטליכע טעג אַרום אָבער איז ער געשטאָרבען.

קאָפּערניק איז געשטאָרבען דעם 24טען מאַי אין יאָהר 1543, ווען ער איז אַלט געווען 70 יאָהר.

די ערפינדונג פון שפּאַקטיוו.

ניינטער קאַפּיטעל.

די ווירקונג פון שפּאַקטיוו אויף דער ענטוויקלונג פון דער אסטראָנאָמישער וויסענשאפט. — ווער האָט דעם שפּאַקטיוו ערפונדען? — גאַלילעאָ גאַליליי איז געווען דער ערשטער וואָס האָט דעם שפּאַקטיוו בענוצט פאר אסטראָנאָמישע צוועקען און האָט געמאַכט מיט איהם אַסטראָנאָמישע בעאָבאַכטונגען. — ווער איז געווען גאַלילעאָ גאַליליי?

די נייע לעהרע פון קאָפּערניק, אז דער צענטער פון דער וועלט איז די זון און אז די ערד דרעהט זיך ארום די זון, האָט ארויסגערו־פען געגען זיך א זעהר שטארקע געגנערשאפט. מענשען האָבען אזוי לאנג געגלויבט, אז די ערד שטעהט און די זון דרעהט זיך ארום איהר, און דאָ קומט איינער און בעהויפּטעט פונקט דעם היפוך! דערצו איז אזא בעהויפּטונג א דורכאויס אפּיקורסות'ע. אין דער ביבעל שטעהט דאָך בפירוש, אז די ערד שטעהט און די זון דרעהט זיך. אין פיעלע לענדער האָט מען דעריבער, אויס מורא ניט גע'משפט צו ווערען פון דער אינקוויזיציע אלס אפּקורוס, ניט געטאָרט דערמאָנען אפילו די לעהרע פון קאָפּערניקען. בים־לעכווייז אָבער האָט קעפּערניק'ס לעהרע געוואונען אלץ מעהר אנ־הענגער, ביז די רעליגיאָן אפילו האָט ענדליך געמוזט אויפגעבען איהר קאמפּף געגען איהר.

פיעל מיטגעהאָלפען דעם זיעג פון קאָפּערניק'ס לעהרע האָט די ערפינדונג פון דעם שפּאַקטיוו אָדער טעלעסקאָפּ.

מיט דער ערפינדונג פון דעם שפּאַקטיוו האָט די אסטראָנאָ־מישע וויסענשאפט איבערהויפּט געמאַכט א ריעזיגען שריט פאָר־ווערטס, און דעם שפּאַקטיוו האָבען מיר צו פערדאנקען, וואָס די אסטראָנאָמישע וויסענשאפט האָט זיך אזוי שטארק ענטוויקעלט און איז געוואָרען איינע פון די ברייטעסטע און די פּינקטליכסטע ווי־סענשאפטען.

עס איז נאָך ביז היינט ניט בעקאַנט גענוי אין וועלכען יאָהר און דורך וועמען דער שפּאַקטיוו איז ערפונדען געוואָרען. מען ווייס בלויז אַזוי פיעל, דאָס אין יאָהר 1608 האָט איינער אַן אָפּטיקער מיט דעם נאָמען האַנס ליפּערסהיי, וועלכער האָט געוואוינט אין מידעלבורג, צוגעשטעלט צו די גענעראַלע שטאַאַטען פון האָלאַנד אַן אינסטרומענט „מיט וועלכען מען קען ווייט זעהן", און ער האָט דערביי פערלאַנגט, אַז די רעגירונג זאָל איהם אַרויסגעבען אַ פּאַטענט אויף 30 יאָהר, אַז קיינער, אויסער איהם, זאָל אַזעלכע אינסטרומענטען ניט טאָרען מאַכען, אָדער מען זאָל איהם געבען אַ יעהרליכע פּענסיע. דערפאַר וועט ער מאַכען שפּאַקטיוווען פאַר דער רעגירונג. צוליעב דיעזען פערלאַנג האָט די רעגירונג פון די גענעראַל שטאַאַטען פון האָלאַנד דעם 2טען אָקטאָבער 1608 בעשטימט אַ קאָמיסיע אויסצופאָרשען דעם צוגעשטעלטען אינסטרומענט, און אין אייניגע טעג אַרום האָט האַנס ליפּערסהיי בעקומען אַ בעשטעלונג פון דער רעגירונג צו מאַכען פאַר איהר דריי שפּאַקטיוווען, מיט דער בעדינגונג אָבער, אַז זיי זאָלען זיין אַזוי געמאַכט, דאָס מען זאָל קענען אין זיי קוקען מיט ביידע אויגען.

אין אָנפאַנג דעצעמבער פון דעמזעלבען יאָהר האָט האַנס ליפּערסהיי צוגעשטעלט דער רעגירונג די פערלאַנגטע דריי אינסטרומענטען, און ער האָט פאַר זיי בעקומען 900 גולדען, וואָס דאָס איז געווען פאַר יענער צייט זעהר אַ הויכער פּרייז. קיין פּאַטענט אָבער האָט זי איהם ניט געגעבען אויף דעם גרונד, דאָס די ערפינדונג איז מעהר קיין סוד ניט, אויך אַנדערע האָבען וועגען איהר געוואוסט. און אין דער ווירקליכקייט, אין דערזעלבער צייט, ווען האַנס ליפּערסהיי האָט צוגעשטעלט זיין אינסטרומענט „מיט וועלכען מען קען זעהן ווייט" צו דער רעגירונג, האָט איינער יאַקאָב אַדריאַנסצאָן פון אַלקמאַר זיך געווענדעט צו דער רעגירונג נאָך אַ פּאַטענט פאַר דיזעלבע ערפינדונג. אין זיין צושריפט צו דער רעגירונג דערצעהלט יאַקאָב אַדריאַנסצאָן, אַז נאָך צוויי יאָהר טראַכטען און אַרבייטען האָט זיך איהם איינגעגעבען צו מאַכען אַזאַ אינסטרומענט, מיט וועלכען מען קען קלאָר זעהן פון דער וויטענס זאַכען, וועלכע מיט אַ נאַקעטע אויג קען מען זיי גאָר ניט זעהן אָדער זעהר אונקלאָר. ער בעט דעריבער, אַז מען זאָל איהם אַרויסגעבען אַ פּאַטענט אויף זיין ערפינדונג און אַז קיינער

זאָל זי ניט טאָרען נאָכמאַכען אין א משך פון 22 יאָהר. אויך אדריאַנסצאָן האָט דעם פערלאַנגטען פּאַטענט ניט געקראָגען. ווער, אלזאָ, עס איז געוועזען דער ערשטער ערפינדער פון דעם שפּאַק־טיוו, איז ביז היינט ניט געבליבען ענטשיעדען.

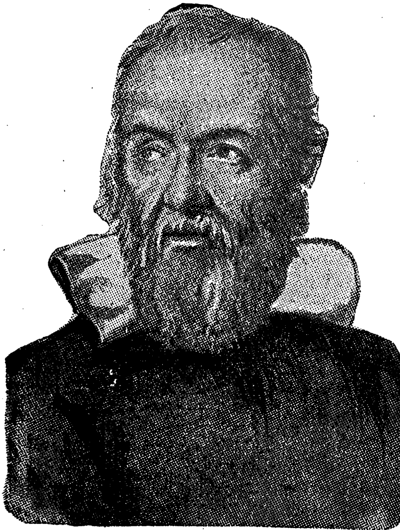
ווי אזוי האַנס ליפּערסהיי האָט דעם שפּאַקטיוו ערפונדען ווע־רען דערצעהלט פערשיעדענע געשיכטען. איין געשיכטע דערצעהלט, אז די קינדער פון ליפּערסהיי האָבען זיך געשפּיעלט מיט ברילען־גלעזלעך און, שפּיעלענדיג זיך, האָבען זיי צופעליג אוועקגעשטעלט די גלעזלעך איינע הינטער די אַנדערע, ווי זיי שטעהען אין אַ בינאָ־קאָל (אָפּערען־גלאָז), און קוקענדיג דורך זיי האָבען זיי דערזעהן, ווי די קירך, וועלכע איז געווען אַ רעכטער שטיק פון זייער הויז, איז גאַנץ נאָהנט און זעהט אויס גרעסער. זיי האָבען עס דערצעהלט דעם פּאָטער זייערען און אויף דעם אופן איז ער געקומען אויפ'ן געדאַנק צו מאַכען אַ שפּאָקטיוו. אַן אַנדער געשיכטע דערצעהלט, אז די ערפינדונג איז געמאַכט געוואָרען דורך אַן אַנדער צופאַל. עס איז נעמליך געקומען צו האַנס ליפּערסהיי א פרעמדער מאַן און האָט ביי איהם בעשטעלט צוויי געשליפענע רונדע גלעזלעך; איינס א בולט'ע (קאָנוועקסע) און דאָס צווייטע אַן אויסגעהוילטע (קאָנ־קאַווע). ווען דער פרעמדער מאַן האָט די גלעזלעך אָבגענומען און איז ארויסגעגאַנגען פון הויז, האָט ליפּערסהיי בעמערקט, ווי דער מאַן האָט די גלעזלעך אוועקגעשטעלט איינס הינטער דאָס אַנדערע, אבי־סעל אָבגערוקט פון אנאַנדער, און ער קוקט דורך זיי. ליפּערסהיי האָט זיך דערמיט פּעראינטערעסירט און ער האָט פּראָבירט טהאָן דאָס זעלבע מיט אַן אַנדער פּאָר גלעזלעך. צו זיין גרויס איבער־ראַשונג האָט ער, קוקענדיג דורך די גלעזלעך, דערזעהן זאַכען, וועל־כע זיינען געשטאַנען פון דערווייטענס, גאַנץ נאָהנט. אויף ווי־פיעל די געשיכטען זיינען אמת, קען קיינער ניט זאָגען.

די ערפינדונג פון שפּאַקטיוו האָט זיך זעהר שנעל פערשפּרייט אין פערשיעדענע לענדער. אין אַ יאָהר ארום, ווי די ערפינדונג איז געמאַכט געוואָרען, האָט שוין אַ האָלענדישער אָפּטיקער צוגע־שטעלט איין שפּאַקטיוו אין רוים און אַ צווייטען אין ווענעדיג. וואו זיי האָבען ארויסגערופען גרויס בעוואונדערונג.

אין ווענעדיג איז אין דער צייט גראָד געווען, דער שפּעטער בעריהמט געוואָרענער אסטראָנאָם, מאַטעמאַטיקער און פיזיקער,

גאַלילעאָ גאַלילײ, און ער האָט זיך זעהר שטאַרק פּעראינטע־רעסירט מיט דער האָלענדישער ערפינדונג.

עס איז ניט בעקאַנט, אויב גאַלילעיי האָט געזעהן דעם שפּאַק־טיוו, וואָס איז געבראַכט געוואָרען פון האָלאַנד אין װענעדיג, אָדער ער האָט בלויז וועגען איהם געהערט. מען ווייס בלויז, אז ווי ער האָט זיך דערוואוסט וועגען דעם האָלענדישען אינסטרומענט, האָט ער זיך גלייך גענומען איהם שטודירען און האָט אין דעמזעל־ביגען יאָהר, קומענדיג אין פּאַדוא, אַליין גע־מאַכט אַן עהנליכען שפּאַקטיוו, אָבער אַ פיעל בעסערען ווי דער האָלענדישער. דאָס וויכטיגסטע אָבער איז, וואָס גאַלילײ איז גע־ווען דער ערשטער, ווע־מען עס איז איינגעפאַ־לען צו בענוצען דעם ערפונדענעם שפּאַק־טיוו פאַר אַסטראָנאָ־מישע צוועקען און אויסצופאָרשען מיט איהם דעם הימעל. די האָלענדער, וועלכע זיי־נען געווען די ערשטע צו ערפינדען דיעזען וויכטיגען אינסטרומענט, איז גאָר ניט איינגע־פאַלען צו פּראָבירען אַ קוק טהאָן מיט איהם אויפ'ן הימעל און ענטדעקען דאָרטען נייע וועלטען.



גאַלילעאָ גאַלילײ.

דאָס יאָהר 1609 איז אַן אָנפאַנג פון אַ העכסט וויכטיגער פּעריאָדע אין דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט. עס צייכענט זיך אויס דערמיט, וואָס אין איהם האָט דאָס מענשליכע אויג צום ערש־טען מאָל, מיט דער הילף פון דעם ערפונדענעם שפּאַקטיוו, פיעל טיעפער אריינגעקוקט אין די סודות פון הימעל און האָט אין איהם

דערזעהן זאכען, וואס פריהער האָט קיין אויג פון א שטערבליכען זיי ניט געקענט זעהן.

גאַליליי האָט מיט זיין שפּאַקטיוו ענטדעקט א גאַנצע רייה שטערען, וועלכע מען האָט פריהער מיט דעם נאַקעטען אויג ניט געקענט זעהן. און ווען גאַליליי האָט מיט זיין שפּאַקטיוו בע־טראַכט די לבנה איז זי ערשינען פאַר איהם אין א גאַנץ נייע גע־שטאַלט. עס זיינען פערשוואונדען געוואָרען פון דער לבנה די אונ־קלאָרע דונקעלע און העלע פלעקען, פון וועלכע די מענשליכע פאַנ־טאַזיע האָט אויסגעמאָלט די געזיכט פון א מענשען. ער האָט מיט זיין שפּאַקטיוו דערזעהן אין דער לבנה שאַרפע ליניען פון בערג און טאָלען. ער האָט אויך אויסגעפונען, אז דער שטערען ווענערא, אָדער ווענוס, דרעהט זיך אַרום דער זון. ער האָט מיט זיין שפּאַק־טיוו געזעהן, אז דער שטערען ווענוס, וואָס האָט אויסגעקוקט ווי אן אונפערענדערליכער ליכטיגער פּונקט, ענדערט רעגעלמעסיג זיין געשטאַלט, פּונקט ווי די לבנה. אמאָל קוקט ער אויס פול רונד און אמאָל ווי א סערפּ. דאָס איז געווען א בעוויז, אז ניקאָלאַי קאָפּערניק האָט געהאַט רעכט, בעהויפּטענדיג, אז ווענוס איז א פּלאַנעט וועלכער דרעהט זיך אין דעם רוים צווישען די זון און די ערד, אַרום דער זון. נאָך וויכטיגער איז געווען די ענטדעקונג, וואָס גאַליליי האָט געמאַכט מיט זיין שפּאַקטיוו, קוקענדיג אויף דעם פּלאַנעט יופּיטער. ער האָט דערזעהן, אז אַרום דעם יופּיטער גע־פינען זיך פיער ליכטיגע פּונקטען, וועלכע דרעהען זיך אַרום איהם ווי לבנות. ער האָט דערביי אויך אויסגעפונען, אז דער יופּיטער דרעהט זיך אַרום דער זון. דאָ האָט דאָס מענשליכע אויג צום ערשטען מאָל דערזעהן די פּלאַנעט־סיסטעם, וועלכע ער האָט זיך פריהער געקענט בלויז פאָרשטעלען מיט'ן שכל. ער האָט געזעהן בחוש ווי אזוי אַרום איין גרויסען הימעלשען קערפּער דרעהען זיך אנדערע קליינע. די ענטדעקונגען פון די לבנות, וועלכע דרעהען זיך אַרום דעם פּלאַנעט יופּיטער, האָט פאָלשטענדיג בעשטעטיגט די ריכטיגקייט פון קאָפּערניק'ס לעהרע. די קליינע וועלט פון יו־פּיטער האָט מיט זיך פאָרגעשטעלט דעם בעסטען ביישפּיעל פון דער גרויסער זונען סיסטעם. מען האָט געזעהן ווי די קליינע הי־מעלס קערפּער דרעהען זיך אַרום די גרעסערע. דאָס איז אויך גע־ווען א בעוויז, אז די ערד קען זיך דרעהען אַרום דער זון, ניט קור־

קענדיג אויף דעם, וואָס די לבנה דרעהט זיך אַרום די ערד. אַט דרע־הען זיך דאָך אַרום דעם יופּיטער אויך לבנות און פון דעסטוועגען דרעהט זיך דער יופּיטער אויך אַליין. גאַלילײַ האָט מיט זיין שפּאַק־טיוו אויך אויסגעפונען, אַז די זון האָט אויף זיך פלעקען, זעהר גרויסע פלעקען, אַנדערע פון זיי פיעל גרעסער ווי דער אַטלאַנטישער אָקעאַן. גאַלילײַ האָט אויך בעמערקט, אַז די פלעקען פון דער זון בעוועגען זיך לאַנגזאַם פון איין ענד זון צום צווייטען, און דער־פון האָט ער געדרונגען אַז די זון דרעהט זיך אַרום זיך, אָדער, ווי מען דריקט זיך אויס וויסענשאַפטליך, זי דרעהט זיך אַרום איהר איי־גענעם אַקס.

אויף דעם גרונד פון זיינע פערשיעדענע ענטדעקונגען האָט גאַלילײַ אָנגעשריבען אין יאהר 1613 אַ בוך, אין וועלכען ער בע־גרינדעט די לעהרע פון קאָפּערניק וועגען דעם פּלאַנעטען־סיסטעם, אַז דער צענטער פון דער וועלט איז די זון און אַז די ערד און די אַנדערע פּלאַנעטען דרעהען זיך אַרום דער זון. דערמיט האָבען זיך אָנגעפאַנגען די פערפאָלגונגען געגען גאַלילײַ. די געגנער פון קאָ־פּערניק׳ס לעהרע, בעזונדערס די פּאָרשטעהער פון דער קאַטוילישער קירך, האָבען בעצייכענט גאַלילײַ׳ס פערטיידיגונג פון דיעזער לעה־רע אַלס אפּיקורסות געגען דער ביבל. גאַלילײַ האָט דאַרויף גע־ענטפערט, אַז עס איז די אויפגאַבע פון די טעאָלאָגען און פון דער קירך אויסצוטייטשען די ווערטער פון דער ביבל, אַז זיי זאָלען זיך צופּאַסען צו די פאַקטען וואָס די וויסענשאַפט האָט פעסטגעשטעלט. דיעזער ענטפער פון גאַלילייען האָט נאָך מעהר אויפגעבראַכט גע־גען איהם די פּאָרשטעהער פון דער קאַטוילישער קירך. אין פעב־רואַר 1616 האָט די רוימישע קירך אָפיציעל ערקלערט די לעהרע פון קאָפּערניק אַלס אפּקורסות. דער פּאַפּסט האָט דערביי אַרויס־געגעבען אַ בעפעהל, אַז גאַלילײַ מוז זיך אָבזאָגען פון קאָפּערניק׳ס אפּקורסות׳ע לעהרען, אַז ניט זאָל מען איהם אַרעסטירען און אַריינ־זעצען אין געפענגניס.

גאַלילײַ איז דאַן אַוועקגעפאָהרען פון רוים אין פלאָרענץ, וואו ער האָט זיך פאַר עטליכע יאָהר צייט צוריקגעצויגען פון דער עפענט־ליכקייט און האָט זיך אָבגעגעבען מיט זיינע ווייטערדיגע פאָרשונ־גען. אין יאָהר 1623 האָט ער אָבער ווידער אַרויסגעגעבען אַ בוך, וואו ער פערטיידיגט קאָפּערניק׳ס לעהרע מיט נאָך שטאַרקערע

בעווייזע. אין יאהר 1630 האט ער געענדיגט זיין גרויסען ווערק דער „דיאלאג“, וואו די לעהרע פון קאפערניק ווערט ערקלערט און בעגרינדעט אין דער פארם פון א דעבאטע. צווישען אן אנהענגער און א געגנער, און וואו דער אנהענגער געהט ארויס דער זיעגער און דער געגנער ווערט אויסגעלאכט און געמאכט צום נארען. דאס דאזיגע בוך האט אויפגעוועקט דעם צארן פון פאפסט און גאליליי איז ארעסטירט געווארען און געשטעלט געווארען פאר דעם משפט פון דער רוימישער אינקוויזיציע.

עס ווערט דערצעהלט, אז גאליליי איז שטארק געפייניגט געווארען פון דער רוימישער אינקוויזיציע פאר זיינע אפקורסות'ע לעהרען און אז דורך פייניגונגען האט מען איהם געצוואונגען, אז ער זאל ערקלערען עפענטליך, דאס די לעהרע פון קאפערניק איז פאלש. אבער נאכדעם ווי ער האט די ערקלערונג געמאכט, האט ער א טראמפעל געטהאן מיט'ן פוס און האט אויסגעשריען: „און זי בעוועגט זיך דאך!“ עס הייסט, אז ניט קוקענדיג אויף אלץ איז דער אמת, אז די ערד בעוועגט זיך דאך ארום דער זון.

וועגען דער ריכטיגקייט פון דיזער געשיכטע זיינען אבער פאראן מיינונגספערשיעדענהייטען. פיעלע בעהויפטען, אז גאליליי האט די דערמאהנטע פראזע קיין מאל ניט געזאגט און אז די אינקוויזיטארען האבען איהם גאר ניט געדארפט פיעל פייניגען, אז ער זאל זיך אונטערגעבען. אבער דאס זיינען זאכען וואס האבען צו טהאן מיט גאליליי'ס כאראקטער און ניט מיט זיינע פארשונגען און ענטדעקונגען. גאליליי בלייבט סאי ווי סאי פערשריבען אין דער מענשליכער געשיכטע אלס איינער פון די גרעסטע פארשער און ענטדעקער וואס די מענשהייט פערמאגט און אויך אלס איינער פון די גרעסטע קעמפפער פאר דער וויסענשאפט.

גאלילעא גאליליי איז געבארען געווארען דעם 15טען פעברואר 1564 אין דער שטאדט פיזא, איטאליען. זיין פאטער איז געוועזען בעריהמט אלס מאטעמאטיקער און מוזיק-טעארעטיקער. אין יאהר 1581 איז גאליליי אנגעקומען אין די אוניווערזיטעט פון פיזא וואו ער האט שטודירט פילאזאפיע, מעדיצין, מאטעמאטיק און פיזיק. אין יאהר 1589 איז ער געווארען פראפעסאר פון מאטעמאטיק אין דער אוניווערזיטעט פון פיזא. אין יאהר 1592 איז ער אנגעשטעלט געווארען אלס פראפעסאר פון מאטעמאטיק אין

דעם דאָן זעהר בעריהמטען אוניווערזיטעט פון פּאַדואַ, וואו ער איז פערבליבען 18 יאָהר און פון זיינען אונצעהליגע שילער זיינען שפּע־טער ארויסגעוואקסען די גרעסטע געלעהרטע פון אייראָפּאַ.

גאַליליי האָט געמאַכט אַ גאַנצע רייה וויכטיגע ענטדעקונגען און ערפינדונגען אין פיזיק און מעכאַניק, אויסער זיינע גרויסע ענט־דעקונגען אין דער אַסטראָנאָמיע.

אין דעצעמבער 1637 איז גאַליליי געוואָרען בלינד אויף ביידע אויגען, אָבער ער האָט נאָך אויך בלינדערהייט געמאַכט אַ פּאָר וויכ־טיגע ענטדעקונגען אין פיזיק און מעכאַניק. ער איז געשטאָרבען דעם 8טען יאַנואַר 1642, אין דעם עלטער פון 78 יאָהר.

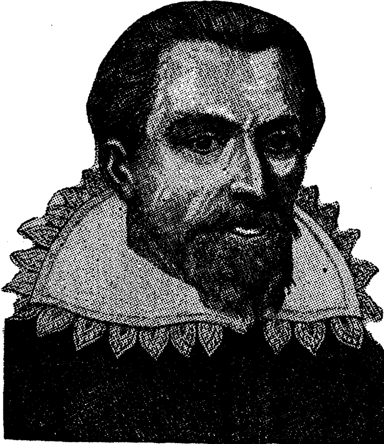
אויך נאָך זיין טויט האָט די קאַטוילישע קירך ניט אויפגע־הערט צו פערפאָלגען גאַליליי'ען. זיינע פריינד האָבען איהם געוואָלט בעערדיגען אין דער קירך סאַנטאַ גאָרצע אָבער די פּאַפּסטליכע רע־גירונג האָט עס ניט ערלויבט. די רוימישע קירך האָט זאָגאַר ניט ערלויבט צו שטעלען קיין מאָנומענט אויף גאַליליי'ס קבר. ערשט אין יאָהר 1737 איז ערלויבט געוואָרען אַריבערצוטראָגען די ביינער פון גאַליליי אין דער קירך סאַנטאַ גאָרצע, וואו עס איז אויפגע־שטעלט געוואָרען פאַר איהם אַ פּראַכטפולער מאָנומענט.

דריי וויכטיגע אַסטראָנאָמישע געזעצען.

צעהנטער קאַפּיטעל.

דער בעריהמטער אַסטראָנאָם יאָהאַן קעפּלער. — ווער איז געוועזען קעפּלער. — די דריי גרונד־געזעצען פון אַסטראָנאָמיע, וואָס קעפּלער האָט ערפונדען. — ווי אַזוי מען קען אויסרעכענען די ווייטקייט פון א פּלאַנעט. — דער אַסטראָנאָם טיכא בראַהע.

א ריעזיגען פאָרטשריט האָט די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט געמאכט דורך די פאָרשונגען, מאַטעמאַטישע אויסרעכנונגען און ענטדעקונגען, וואָס דער בעריהמטער דייטשער אַסטראָנאָם יאָהאַן קעפּלער (געבאָרען דעם 27־טען דעצעמבער 1571, געשטאָרבען דעם 15טען נאָוועמבער 1630) האָט געמאכט.



יאָהאַן קעפּלער.

יאָהאַן קעפּלער איז געבאָרען אין דעם דאָרף וויִיל, אין ווירטעמבערג, דייטשלאַנד. זיינע עלטערען זיינען געוועזען זעהר אָרים און ער איז אין דער יוגענד געוועזען זעהר א שוואַכער און א קרענקליכער. ניט טויגענדיג צו קיין פיזישער אַרבייט, צו א מלאכה אָדער צו לאַנד־ארבייט, צוליעב זיין שוואַכען געזונד, האָט זיך יאָהאַן קעפּלער אָבגעגעבען מיט שטודירען, כדי צו ווערען א גייסט־

ליכער. שטודירענדיג אין טיבינגער אוניווערזיטעט האָט איהם זיין לעהרע פון מאַטעמאַטיק און אַסטראָנאָמיע אין געהיים בעקאַנט געמאַכט מיט די לעהרען פון קאָפּערניק. די לעהרע פון קאָפּערניק, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון, איז אין טיבינגען, ווי אין אַנדערע אוניווערזיטעטען פון יענער צייט, נאָך גערעכענט געוואָרען פאַר אַ גרויסע אפּיקורסות. דער הויפּט־שטודיום פון קעפּלערען אין טיבינגער אוניווערזיטעט איז אָבער געווען טעאָלאָגיע, וואָס דאָס איז געווען פאַר איהם אַ גרויסע אָבקומעניש. ער איז אָבער גיך בעפרייט געוואָרען פון דיזען שטודיום. די לאַנדס־רעגירונג פון שטייערמאַרק האָט זיך גראָד געווענדעט צו דעם טיבינגער אוניווערזיטעט נאָך אַ לעהרער פון מאַטעמאַטיק און מאָראַל פאַר דער גימנאַזיע אין גראַץ. די פּראָפעסאָרען פון אוניווערזיטעט האָבען רעקאָמענדירט קעפּלערען. די טיבינגער פּראָפעסאָרען האָבען שוין פון פריהער פערשטאַנען, אַז פון קעפּלערען וועט דער דייטשער גאָט און די לוטעראַנישע קירך קיין גרויסע נוצען ניט האָבען. זיי האָבען אין איהם דערקענט, אַז קיין גרויסער פרומאַק איז ער ניט און אַז עס וועט פון איהם קיין גאָטספאָרכטיגער גייסטליכער פאַר דער קירך ניט אַרויסוואַקסען. און ווען זיי האָבען געקענט פון איהם פּטור ווערען אויף אַ שעהנעם אופן האָבען זיי עס גערען געטהאָן.

קיין גבירות פון זיין לעהרער־שטעלע אין דער גימנאַזיע פון גראַץ האָט קעפּלער ניט געמאַכט. ער האָט קוים געהאַט מיט וואָס דורכצולעבען. ער האָט בעקומען 150 פלאָרין אָדער 75 גולדען אַ יאָהר און מיט אַזאַ סומע האָט מען אפילו אין יענער צייט ניט געקענט דורכלעבען. און אויסער זיין לעהרער־שטעלע האָט מען איהם צוגעלעגט נאָך אַן אַרבייט. ער האָט געדאַרפט צונויפשטעלען אַ קאַלענדאַר פאַר שטייערמאַרק און דערצו נאָך פערפאַסען אַסטראָלאָגישע נביאות פאַר'ן נייעם יאָהר. און דאָס מזל האָט דאָס מאָל קעפּלערען גראָד אָבגעגליקט. אייניגע פון זיינע אַסטראָלאָגישע נביאות'ן זיינען מקוים געוואָרען. קעפּלער איז בעריהמט געוואָרען אַלס אַן אַסטראָלאָג, ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס ער האָט אַליין ניט געגלויבט אין שטערען־זעהעריי און אַז מען קען פון די שטערען פאָראויסזאָגען דעם מזל פון מענשען. ווען קעפּלער וואָלט ווירקליך געקענט אויסלייענען פון די שטערען דעם מזל פון מענשען, וואָלט ער פריהער פון אַלץ אויסגעלייענט זיין אייגענעם מזל, אַז

ער וועט גאָר גיך מוזען פערלאָזען זיין פּראָפעסאָר שטעלע און אז מען וועט איהם אַרויסטרייבען פון שטייערמארק.

אין יאָהר 1598 האָט דער ערצהערצאָג פון שטייערמארק אַרויסגעגעבען אַ בעפעהל, אז מען זאָל פון שטייערמארק אַרויסטרייבען אַלע פּראָטעסטאַנטישע פּראָפעסאָרען און גייסטליכע, אויב זיי וועלען ניט ווערען קיין קאַטויליקען. אַלס איינער פון פּראָטעסטאַנטישען גלויבען האָט אויך קעפּלער געדאַרפט פערלאָזען שטייערמארק. די יעזואיטען אָבער האָבען זיך פאַר איהם איינגעשטעלט, ווייל זיי האָבען געדאַרפט האָבען זיינע אַסטראָנאָמישע ארבייט. לאַנג אָבער האָבען איהם אויך די יעזואיטען ניט געקענט שיצען. אין יאהר 1600 זיינען אין שטייערמארק די פערפאָלגונגען אויף די פּראָטעסטאַנטען געוואָרען נאָך שטאַרקער און קעפּלער האָט געמוזט פערלאָזען דאָס לאַנד. קעפּלער האָט דאַן געקראָגען די איינלאַדונג פון דעם אין יענער צייט בעריהמטען אַסטראָנאָם טיכא בראַהע, (געבאָרען דעם 24טען דעצעמבער 1546, געשטאָרבען דעם 24טען אָקטאָבער, 1601) אז ער זאָל קומען צו איהם אין פּראַג איהם העלפען אין זיינע אַסטראָנאָמישע פאָרשונגען.

טיכא בראַהע האָט געהאַט אויפגעשטעלט אַן אייגענע אַסטראָנאָמישע סיסטעם. ער האָט זיך ניט געוואָלט אָבזאָגען פון דעם איינגעוואָרצעלטען גלויבען, אַז די ערד שטעהט אויף אַן אָרט. נאָר צו פערענטפערען די פיעלע קשיות, וועלכע מען האָט אַרויסגעשטעלט געגען דער טעאָריע, אַז די זון און די פּלאַנעטען דרעהען זיך אַרום דער ערד, האָט טיכא בראַהע געמאַכט אַ פּשרה. ער האָט צוגעגעבען, אַז 5 פּלאַנעטען דרעהען זיך אַרום דער זון, אָבער די ערד שטעהט אויף אַן אָרט און די זון דרעהט זיך אַרום איהר.

טיכא בראַהע, ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס ער האָט זיך געהאַלטען ביי דער טעאָריע, אַז די ערד שטעהט אויף אַן אָרט און די זון דרעהט זיך אַרום איהר, איז דאָך געווען איינער פון די גרעסטע אַסטראָנאָמישע פאָרשער און בעאָבאַכטער. בעזאָנדערס האָט ער זיך אויסגעצייכענט מיט זיינע בעאָבאַכטונגען אויף דעם פּלאַנעט מאַרס.

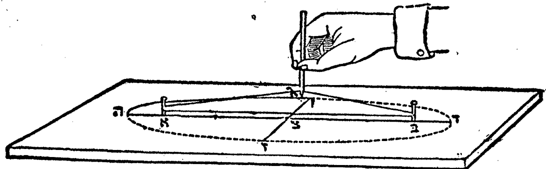
קיין גוט לעבען האָט צווישען קעפּלערען און טיכא בראַהען ניט עקזיסטירט. קעפּלער איז געווען אַ גרויסער אָנהענגער פון קאָפּערניק'ס לעהרע, וועהרענד טיכא בראַהע איז געווען אַ שטאַרקער

געגנער פון קאָפּערניקען. קעפּלער האָט געשטאַמט פון אַן אָרי־מע פאַמיליע און איז אַליין געווען אָרים און בעשיידען, ווערענד טיכא בראהע האָט געשטאַמט פון א רייכע אריסטאָקראַטישע פאַ־מיליע און איז אַליין געווען רייך און שטאָלץ.

נאָך דעם טויט פון טיכא בראהע איז קעפּלער אָנגעשטעלט גע־וואָרען אין פּראַג אלס דער קייזערליכער מאַטעמאַטיקער און אַס־טראָנאָם און אין א פערלויף פון א קורצער צייט האָט ער ענטדעקט דריי וויכטיגע מאַטעמאַטישע אַסטראָנאָמישע געזעצען, וועלכע האָ־בען א רוק געגעבען די גאַנצע אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט אויף א ריעזיגען שריט פאָרווערטס.

די דריי געזעצען, וועלכע קעפּלער האָט ענטדעקט, און וועל־כע טראָגען זיין נאָמען — די „קעפּלער געזעצען" זיינען די פאָל־גענדע:

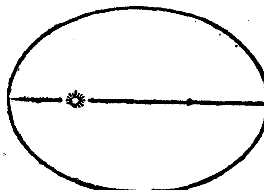
1. דער קרייז־וועג פון די פּלאַנעטען אַרום דער זון האָט די פאָרם פון אַן עליפּסע און די זון געפינט זיך אין איינעם פון די פאָקוסען (ברען־פּונק־טען) פון דער עליפּסע.



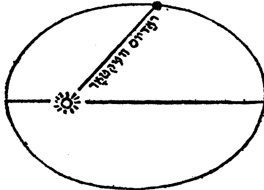
ציכנונג 11. ווי מען צייכענט אַן עליפּסע.

(אַן עליפּסע איז א לענגליכער קרייז אין דער פאָרם פון אַן איי. א געווענליכער קרייז האָט איין צענטער. ווען מען צייכענט א קרייז מיט א צירקעל, דאַן שטעהט איין פיסעל פון צירקעל פעסט אויף איין פּונקט און דאָס צווייטע פיסעל בעוועגט זיך און בע־שרייבט דעם קרייז. דער פּונקט, וואו מען האָט אוועקגעשטעלט דאָס פיסעל פון צירקעל, הייסט דער צענטער פון קרייז. אַן עליפּ־סע קען מען אזוי ניט צייכענען. אַן עליפּסע קען מען צייכענען אויף דעם פאָלגענדען אופן: מען נעהמט א פאָדים און מען בינדט אַן

זיינע צוויי ענדען צו צוויי שפּילקעס, וועלכע ווערען אריינגעשטאָכען אין פּאַפּיר אויף וועלכער עס איז שטרעקע איינע פון די אנדערע, לאָמיר זאָגען איינע איז פּונקט א און די צווייטע איז פּונקט ב, ווי אין צייכנונג 11. אַלענפאַלס דאַרף אָבער די שטרעקע זיין קלענער ווי די לענג פון פאָדים. דאן נעהמט מען א בליישטיפט און מען פיהרט מיט איהם אויפ'ן פּאַפּיר דעם צוזאַמענגעלעגטען ענד ג פון פאָדים אין דער רונד און מען בעקומט דאן אן עליפּסע. וואס ווייטער עס זיינען איינע פון די אנדערע די שפּילקעס, צו וועלכע די ענדען פון פאָדים זיינען אַנגעבונדען אלץ לענגער איז די עליפּסע, און וואס נעהנטער זיי זיינען, אלץ רונדער איז זי. די פּונקטען א און ב פון דער עליפּסע הייסען פאָקוסען אָדער ברען פּונקטען. די ליניע ד—ה הייסט דער גרויסער אקס פון דער עליפּסע און די ליניע ו—ז — דער קליינער אקס. דער פּונקט צ — דער צענטער פון דער עליפּסע. די זון געפינט זיך אלזאָ, ניט אין מיטען דער



צייכנונג 12. די זון געפינט זיך אין איינעם פון די ברען־פּונקטען (פאָקוסען) פון דער עליפּסע.



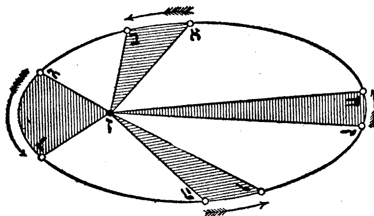
צייכנונג 13. א ראַדיוס וועקטאָר.

עליפּסע נאָר אין איינעם פון איהרע ברען־פּינקטען. דערמיט ערקלערט זיך וואָרום די ערד בעוועגט זיך אמאָל שנעלער און אמאָל לאנגזאמער ארום דער זון. ווען די ערד געפינט זיך נעהנטער צו דער זון ווירקט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון אויף איהר שטאַרקער און זי בעוועגט זיך דעריבען שנעלער; ווען זי געפינט זיך ווייטער פון דער זון, ווירקט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון אויף איהר שוואַכער און זי בעוועגט זיך דעריבער לאנגזאמער.)

2. די ראַדיוס וועקטאָרען פון דער זון צו די פּלאַנעטען בעשרייבען אין גלייכע צייטען א גלייכען שטח.

א ראַדיוס וועקטאָר ווערט אָנגערופען די ליניע, וועלכע ווערט געצויגען פון דעם פונקט, וואו די זון געפינט זיך צו דעם פונקט וואו דער פּלאַנעט געפינט זיך, ווי עס איז צו זעהן פון צייכנונג 13.

פון דעם ערשטען קעפּלערשען געזעץ ווייסען מיר שוין, אז ווען א פּלאַנעט געפינט זיך נעהנטער צו דער זון בעוועגט ער זיך שנעלער, און ווען ער געפינט זיך ווייטער, בעוועגט ער זיך לאַנגזאַמער. עס קומט אויף דעם אופן אויס, אז ווען א פּלאַנעט איז ווייט פון דער זון לויפט ער דורך אין א טאָג א קלענערען טייל פון זיין קרייז־וועג, און ווען ער געפינט זיך נעהנטער צו דער זון לויפט ער אין דערזעלביגער צייט דורך א גרעסערען טייל פון זיין קרייז־וועג. אָבער ווען מען זאָל פון די צוויי פונקטען, צווישען וועלכע עס ליעגט דער טייל פון קרייז־וועג, וואָס דער פּלאַנעט איז דורכגעלאָפען אין א טאָג, ווען ער איז געוועזן ווייט פון דער זון, ציהען צוויי ליניעס צום ברען־פונקט פון דער עליפּסע (צו דעם פונקט, וואו די זון געפינט זיך), וועט מען אויסגעפינען, אז דער שטח (פלעכע) צווישען דיעזע צוויי ליניעס (ראַדיוס וועקטאָרען) איז פונקט פון דערזעלביגער גרויס, ווי דער שטח צווישען די צוויי ליניען, וועלכע ווערען געצויגען פון די צוויי פונקטען, צווישען וועלכע עס ליגט דער טייל פון קרייז־וועג, וועלכען דער פּלאַנעט איז דורכגעלאָפען אין א טאָג, ווען ער איז געוועזן נאָהנט צו דער זון. די פאָרם פון דיביידע פלעכען איז בלויז פערשיעדען: איינע איז א לאַנגע און א שמאָלע, און די צווייטע איז א קורצע און א ברייטע. אָבער ווען מען מעסט זיי ריכטיג אויס, וועט מען געפינען, אז זיי פערנעהמען פונקט דעמזעלבען פּלאַץ. ווער עס קען געאָמעטריע, דאַרף די פלעכען ניט אויסמעסטען, נאָר ער קען זיי בערעכענען. די פאָלגענדע צייכנונג אילוסטרירט דאָס צווייטע קעפּלערשע געזעץ, וועלכען מיר האָבען דאָ ערקלערט.



צייכנונג 14. פלעכען פון גלייכען אינהאַלט

דער שטח צווישען די ראַדיוס וועקטאָרען א—ב איז פון דער־זעלביגער גרויס ווי דער שטח צווישען ג—ד, ה—ו און ז—ח.

3. די קוואַדראַטען פון די אומקרייז־צייטען פון די פּלאַנעטען אַרום דער זון זיינען גלייך צו די קובען פון זייער דורכשניטליכער ווייטקייט פון דער זון.

קוואַדראַט איז דער סך הכל פון אַ צאָהל, וואָס ווערט געדאָ־פּעלט אָדער גע׳כפל׳ט אויף זיך אַליין. 16, למשל, איז דער קוואַד־ראַט פון צאָהל 4, 9 איז דער קוואַדראַט פון 3, 4 איז דער קוואַד־ראַט פון 2. ווען מען דאָפּעלט די צאָהל 4 אויף זיך אַליין (4 מאָל 4) בעקומט מען 16; ווען מען דאָפּעלט 3 אויף זיך אַליין (3 מאָל 3) בעקומט מען 9 א. אַז. וו. קוב אָדער קוביק צאָהל איז דער סך הכל פון אַ צאָהל, וואָס ווערט צוויי מאָל גע׳כפל׳ט מיט זיך אַליין. 64, למשל, איז דער קוב פון 4, 27 איז דער קוב פון 3, 8 איז דער קוב פון 2. ווען מען דאָפּעלט די צאָהל 4 צוויי מאָל אויף זיך אַליין בעקומט מען 64 (4 מאָל 4 איז 16 און 4 מאָל 16 איז 64), ווען מען דאָפּעלט די צאָהל 3 צוויי מאָל אויף זיך בעקומט מען 27 (3 מאָל 3 איז 9 און 3 מאָל 9 איז 27) א. אַז. וו.

דאָס דריטע קעפּלערשע געזעץ, וואָס איז אַזוי קורץ אויסגע־דריקט, זאָגט אונז דאָס פאָלגענדע: ווען מען זאָל נעהמען די צאָהל, וואָס גיט אונז אָן די צייט וואָס עס נעהמט אַ פּלאַנעט זיך אַרומ־צודרעהען אַרום דער זון, און איהר כפל׳ען אויף זיך אַליין וועט דער סך הכל פון דער גע׳כפל׳טער צאָהל, דער קוואַדראַט הייסט עס, זיין גלייך צו דעם קוב פון דער צאָהל, וואָס גיט אָן די ווייטקייט פון פּלאַנעט פון דער זון.

לויט דיעזען געזעץ קען מען לייכט בעשטימען די ווייטקייט פון אַ פּלאַנעט פון דער זון, ווען מען ווייס נאָר וויפיעל צייט עס נעהמט איהם זיך אַרומצודרעהען אַרום דער זון. מען דאַרף בלויז פערגלייכען זיין אומקרייז־צייט מיט דער אומקרייז־צייט פון אַ פּלאַנעט, וואָס זיין ווייטקייט פון דער זון איז שוין בעקאַנט (ווי די ערד, למשל) און דאַן איז די רעכנונג לייכט צו מאַכען. ווען מען האָט, למשל, ענטדעקט דעם פּלאַנעט אוראַנוס האָט מען ניט געוואוסט ווי ווייט ער איז פון דער זון, אָבער ווען מען האָט זיין

אומקרייז־צייט אויסגעפונען דורך בעאָבאַכטונגען, האָט מען שוין אויך געקענט אויסרעכענען ווי ווייט עס איז פון דער זון. מען האָט אויסגעפונען, אַז דעם אוראַנוס נעהמט אונגעפעהר 82 מיט 1/12 מאָל אַזוי פיעל צייט זיך אַרומצודרעהען אַרום דער זון, ווי דער ערד (84 יאָהר מיט 87 טעג). פון דעם האָט מען שוין גע־קענט אויסרעכענען זיין ווייטקייט פון דער זון. דער קוואַדראַט פון דער אומקרייז־צייט פון אוראַנוס איז 6791 (82 1/12 מאָל 82 1/12), און אַזוי ווי דער קוואַדראַט פון דער אומקרייז צייט איז גלייך צו דעם קוב פון דער ווייטקייט, דאַן איז די ווייטקייט פון דעם אוראַנוס פון דער זון גלייך צו דער צאָהל פון וועלכער 6791 איז דער קוב. אויסרעכענענדיג געפינט מען, אַז דיזע צאָהל איז 18 מיט 9/10. דער אוראַנוס איז, אַלזאָ, מיט 18 און 9/10 מאָל אַזוי ווייט פון דער זון, ווי די ערד. אויף דעמזעלביגען אופן האָט מען אויסגעפונען, אַז דער פּלאַנעט נעפּטון איז 30 מאָל אַזוי ווייט פון דער זון, ווי די ערד.

נאָך אַ גרעסערען פאָרשריט האָט געמאַכט די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט דורך די ענטדעקונגען פון דעם געניאַלען ענגלישען מאַטעמאַטיקער און אַסטראָנאָם אייזעק ניוטאָן (געבאָרען דעם 5טען יאַנואַר 1642, געשטאָרבען דעם 20טען 1727).

דאָס גראַוויטאַציאָנס־געזעץ.

עלפטער קאַפּיטעל.

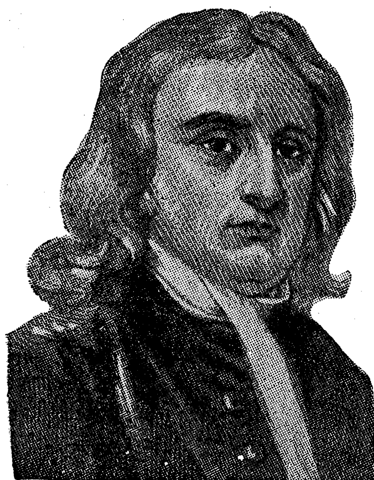
אייזעק ניוטאָן און זיין ענטדעקונג פון דעם גראַוויטאַציאָנס־געזעץ. — ווער איז געוועזן אייזעק ניוטאָן? — וואָס בעדייט דאָס גראַוויטאַציאָנס־געזעץ? — וועלכע בעדייטונג די ענטדעקונג פון גראַוויטאַציאָנס־געזעץ האָט געהאַט פאַר דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט.

קאָפּערניק און קעפּלער האָבען בלויז ערקלערט ווי די פּלאַנעטען בעוועגען זיך. אָבער זיי האָבען ניט ערקלערט וואָרום זיי בעוועגען זיך אזוי און ניט אַנדערש. זיי האָבען ערקלעהרט, אַז דער קרייז־וועג פון די פּלאַנעטען אַרום דער זון האָט די פאָרם פון אַן עליפּסע, אָבער זיי האָבען ניט ערקלערט וואָרום דאָס איז אזוי. אייזעק ניוטאָן האָט דיעזע ערקלערונגען געגעבען. ער איז טיעפער, ווי יעדער איינער, וואָס האָט געלעבט פאַר איהם, אַריינגעדרונגען אין די געהיימניס פון דער נאַטור און האָט מיט זיין גענ‑יאַלען קאָפּ ענטדעקט איינעם פון די וויכטיגסטע נאַטור־געזעצען, וואָס דורך איהם ווערען ערקלערט אַ גרויסע צאָהל ערשיינונגען פון דער נאַטור, וועלכע זיינען פריהער געווען אַ געהיימניס.

אייזעק ניוטאָן איז געבאָרען געוואָרען אין דעם דאָרף וואָולסטאָרפּ. אין דער פּראָווינץ לינקאָלשייר, ענגלאַנד, ביי זעהר אָרימע עלטערען. אין זיין פריהער יוגענד האָט ניוטאָן זיך אַרויסגעוויזען אַ גרויסער לא יוצלח. זיין מוטער האָט פון איהם כאָטש געוואָלט מאַכען אַ לאַנד־ארבייטער, נאָר ער האָט דערצו אויך ניט געטויגט. אַ דאַנק דער שטיצע פון זיינעם אַ קרוב איז ניוטאָן אָנגעקומען אין דער דערבייאיגער שטאָדט גראַנטאַם אין אַ שול, וואו ער האָט זיך געלערענט ביז דעם עלטער פון 18 יאָהר. אַרויסווייזענדיג גרויסע פעהיגקייטען אין דער שול, וואו ער האָט געלערענט, האָט ניוטאָן שוין בעקומען מיטעל צו שטודירען ווייטער. ער איז אָנגעקומען אין דער קעמברידזשער אוניווערזיטעט, וואו ער האָט גאַנץ גיך

ארויסגעוויזען גאנץ בעזונדערע גרויסע מאטעמאטישע פעהיגקייטען. ער האָט אָבער אין יאָהר 1666 געמוזט פערלאָזען די קעמברידזשער אוניווערזיטעט, צוליעב דער מגפה וואָס האָט אין יענעם יאָהר אויסגעבראָכען אין קעמברידזש. ער האָט זיך צוריקגעקעהרט אין זיין דאָרף וואולסטאָרפּ און דאָרטען פאָרטגעזעצט אָהן לעהרער זיין שטודיום פון מאטעמאטיק און פיזיק.

לויט ווי עס גיט איבער פּעמבערטאָן, דער ביאָגראַף (לעבענסבעשרייבער) פון אייזעק ניוטאָן, איז די ענטדעקונג פון דעם בעריהמטען געזעץ וועגען דער געגענזייטיגער צוציהונגס־קראַפט פון קערפּער, וואָס האָט געקראָגען דעם נאָמען דאָס געזעץ וועגען גראוויטאַציאָן אָדער שווערקראַפט, געקומען צו ניוטאָנ׳ען צופעליג, ווען ער האָט שפּאַציערט אין דעם גאָרטען פון זיין הויז. ער האָט בעמערקט ווי עס איז אראָפּגעפאַלען אן עפּעל פון א בוים און ער האָט זיך פּלוצים פערטראַכט וועגען דער אורזאַכע ווארום דער עפּעל איז געפאַלען פון בוים אויף דער ערד, און עס איז איהם איינגעפאַלען


אייזעק ניוטאָן.

דער געדאַנק, אַז די אורזאַכע איז די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד. און ווען ער איז געקומען צו דעם געדאַנק, אז די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד האָט א ווירקונג אויף דעם עפּעל, אז ער זאָל פאַלען, האָט ער אָנגעפאַנגען טראַכטען וועגען דעם וואָס פאַר א ווירקונג די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד קען האָבען אויף דער לבנה, אויב די לבנה דרעהט זיך ניט ארום דער ערד טאַקע צוליעב דער צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד. און ווען די לבנה דרעהט זיך אָרום דער ערד צוליעב דער צוציהונגס־קראַפט פון דער

ערד, דאַן דאַרף מען זיך פרעגען, אויב די אורזאַכע, וואָס די ערד און די אַנדערע פּלאַנעטען דרעהען זיך אַרום דער זון איז ניט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון. און אָט אַזוי, הייסט עס, איז פון אַ צופעליגען עפּעל ענטדעקט געוואָרען איינער פון די וויכטיגסטע געזעצען פון דער נאַטור.

די מעשה מעג זיך זיין אַ גאַנץ שעהנע, נאָר מען מעג אויך ניט גלויבען אין איהר. און ווען דער עפּעל פון בוים וואָלט גראָד ניט אַראָבגעפאַלען ווען ניוטאָן איז געגאַנגען שפּאַציערען אין גאָרטען וואָלט אפשר ניוטאָן ניט ענטדעקט דאָס געזעץ פון גראַוויטאַציאָן? און עס איז בכלל נאָך אַ גאַנץ ווייטער מהלך פון דעם געדאַנק וועגען דעם פאַלענדען עפּעל ביז דעם געדאַנק, אַז צוליעב דערזעלביגער אורזאַכע דרעהט זיך די לבנה אַרום דער ערד. אין דער ווירקליכקייט האָט ניוטאָן זיין ענטדעקונג וועגען דעם גראַוויטאַציאָנס געזעץ געמוזט מאַכען נאָך אַ לאַנגען פאָרשען, דענקען און מאַטעמאַטישע אויסרעכנונגען.

דאָס גראַוויטאַציאָנס געזעץ וואָס אייזעק ניוטאָן האָט ענטדעקט זאָגט אונז דאָס פאָלגענדע:

יעדעס טיילכעל פון שטאָף אין דעם וועלט־רוים ציהט צו יעדען אַנדערען טיילכעל פון שטאָף מיט אַ קראַפט וואָס איז דירעקט פּראָפּאָרציאָנעל צו דער שטאָף־מאַסע פון די טיילכעלעך און אומגעקעהרט פּראָפּאָרציאָנעל צו דעם קוואַדראַט פון זייער ווייטקייט איינע פון די אַנדערע.

אום צו פערשטעהן וואָס דאָס מיינט פאָדערט זיך אַ ביסעל ברייטערע ערקלערונג.

ערשטענס זאָגט אונז דאָס ניוטאָנישע געזעץ, אַז די צוציהונגס־קראַפט פון איין קערפּער אויף'ן צווייטען הענגט אָב פון דער שטאָף־מאַסע, וואָס די קערפּער ענטהאַלטען אין זיך. וואָס מעהר מאַסע זיי ענטהאַלטען אַלץ גרעסער איז זייער צוציהונגס־קראַפט. מיר וואָלטען געקענט געברויכען אנשטאָט דעם וואָרט מאַסע אָדער שטאָף־מאַסע דאָס וואָרט שווערקייט אָדער געוויכט, אָבער עס איז אָפט פאַראַן אַן אונטערשיעד צווישען מאַסע און געוויכט. וואָס

העכער פון דער ערד א קערפּער געפינט זיך, אלץ לייכטער איז ער. דאָסזעלביגע שטיק אייזען, וואָס וועגט אין קראָם, וואו מען האָט עס געקויפט, א פונט, וועט אויף א הויכען בארג, ווען איהר טראָגט עס ארויף, וועגען ווענינער ווי א פונט. פאַר דעם צוועק מוז מען אָבער געברויכען א פּרוזשינע וואָג אָבער ניט קיין שאָל־וואָג מיט געוויכטער. ווייל די געוויכטער גופא ווערען דאָך אליין לייכטער, ווען זיי ווערען ארויפגעטראָגען אויפ׳ן בארג. עס איז זעלבסט־פערשטענדליך, אז דער אונטערשיעד אין געוויכט וועט זיין ניט קיין גרויסער, אָבער דאָך אן אונטערשיעד. א גאַנץ עדעלע וואָג, וואָס ווערט בענוצט פאַר כעמישע און פיזיקאַלישע צוועקען ציינט זאָגאַר אָן אן אונטערשיעד אין וואָג, ווען צוויי געוויכטער ווערען געלייגט איינער נעבען די אנדערע, אָדער איינער אויף דעם אנ־דערען. ווען זיי ווערען געלייגט איינע אויף די אנדערע, וועט זייער געוויכט זיין קלענער, ווייל דאָס אויבערשטע געוויכט איז אביסעל העכער און ממילא אביסעלע ווייטער פון צענטער פון דער ערד און די צוציהונגס קראַפט פון דער ערד ווירקט אויף איהם א ביסעלע שוואכער.

לאָמיר דעריבער ניט צונויפמישען די צוויי בעגריפען „גע־וויכט" און „מאַסע". אונטער דעם בעגריף געוויכט אָדער שווער־קייט פערשטעהען מיר די קראַפט דורך וועלכע א קערפּער ווערט געצויגען צו דער ערד. די מאַסע פון א קערפּער איז די מאָס שטאָף, וואָס א קערפּער ענטהאַלט. דיעזער אונטערשיעד צווישען געוויכט און מאַסע איז אונז זעהר נויטיג, ווען עס האַנדעלט זיך וועגען הימעלס־קערפּער.

לאָמיר געדענקען דעם ערשטען טייל פון דעם ניוטאָנישען גע־זעץ, וואָס זאָגט אונז, אז די צוציהונגס־קראַפט פון קערפּער איז דירעקט פּראָפּאָרציאָנעל צו זייער גרויס, דאָס הייסט, אז וואָס גרע־סער זיי זיינען איז זייער צוציהונגס־קראַפט פּראָפּאָרציאָנעל גרע־סער, און וואָס קלענער זיי זיינען איז זייער צוציהונגס־קראַפט פּראָפּאָרציאָנעל קלענער. דערפון פערשטעהען מיר, אז די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד איז גרעסער ווי פון דער לבנה און ווען מיר זאָגען, אז די ערד איז זעקס מאָל אזוי גרויס אָדער האָט אין זיך 6 מאָל אזוי פיעל מאַסע ווי די לבנה, דאַן דאַרף די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד

זיין 6 מאָל אזוי גרויס ווי פון דער לבנה. ווען מען זאָל קענען זיך אריבערכאַפּען פון דער ערד אויף דער לבנה, מיטנעהמענדיג מיט זיך אן אָבגעבראָטענע גאַנז, וועלכע האָט אויף דער ערד געוואויגען 6 פונט, וועט זי אויף דער לבנה וועגען בלויז 1 פונט, ווייל די צו־ציהונגס־קראַפט פון דער לבנה איז מיט 6 מאָל קלענער, ווי פון דער ערד, און שווערקייט אָדער געוויכט, ווייסען מיר דאָך שוין, ווערט אויסגעדריקט אין צוציהונגס־קראַפט. האָט אָבער דורך דעם, וואָס די אָבגעבראָטענע גאַנז האָט אויף דער לבנה פערלאָרען פינף טיילען פון איהר געוויכט אויך פערלאָרען פינף טיילען פון איהר מאַסע? — ניין. די גאַנז האָט פונקט אזוי פיעל פלייש און פעט איף דער לבנה, ווי זי האָט געהאַט אויף דער ערד און א מענש, וואָס זיין מאָגען איז געוועזען צו קליין אויף דער ערד אריינצונעהמען אין זיך די גאַנצע גאַנז, ווען זי האָט געוואויגען אויף דער ערד 6 פונט, וועט זי אויך ניט קענען אויפעסען מיט א מאָל אויף דער לבנה, ווען זי וועגט בלויז איין פונט. די מאַסע בלייבט דיזעלבע, הגם דאָס געוויכט איז געוואָרען ווענינער.

אין דער אַסטראָנאָמישער שפּראַך ריידען מיר דעריבער וועגען מאַסע און ניט וועגען געוויכט. אַלע קערפּער וואָס האָבען די גלייכע מאָס שטאָף האָבען דיזעלביגע צוציהונגס־קראַפט פאַר דער גלייכער ווייטקייט. ווען מיר ווייסען, אַלזאָ, די צוציהונגס־קראַפט פון א קערפּער קענען מיר שוין אויך בערעכענען ווי גרויס עס איז זיין מאַסע.

צווייטענס זאָגט אונז דאָס ניוטאָנישע געזעץ, אז די געגענ־זייטיגע צוציהונגס־קראַפט פון קערפּער ווערט אַלץ קלענער, וואָס ווייטער זיי זיינען איינע פון די אַנדערע און די פערקלענערונג פון דער צוציהונגס קראַפט איז אומגעקעהרט פּראָפּאָרציאָנאַל צו דעם קוואַדראַט פון זייער ווייטקייט. דאָס מיינט, אז ווען איין קער־פּער ווערט דערווייטערט פון צווייטען אויף צוויי מאָל אזוי פיעל וועט די צוציהונגס־קראַפט פערקלענערט ווערען אויף פיער מאָל אזוי פיעל, עס וועט, הייסט עס, נור ווירקען א פיערטעל פון דער פריהערדיגער צוציהונגס־קראַפט (4 איז דער קוואַדראַט פון 2, ווייל צוויי מאָל 2 איז 4); ווען די קערפּער וועלען זיך דערווייטערען איינע פון די אַנדערע 3 מאָל אזוי פיעל, וועט די צוציהונגס־קראַפט זיך פערקלענערען אויף 9 מאָל אזוי פיעל, עס הייסט עס

וועט ווירקען בלויז איין ניינטעל פון דער פריהערדיגער צוציהונגס־קראַפט (9 איז דער קוואדראַט פון 3, ווייל 3 מאָל 3 איז 9) א. אז. וו.

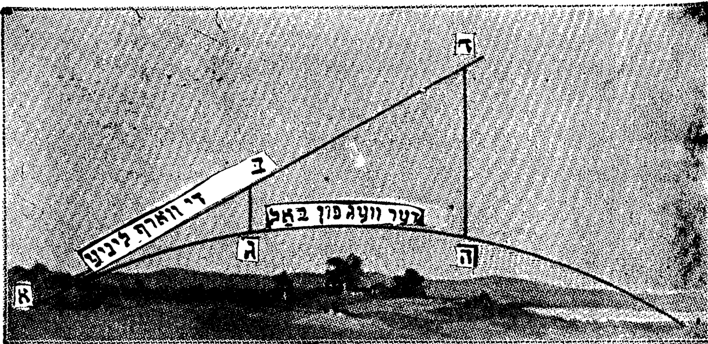
דער מהלך פון דער לבנה צו דער ערד איז אונגעפעהר 60 ערד־ראַדיוסען (דער ראַדיוס פון דער ערד איז די ליניע, וואָס ווערט געצויגען פון דעם אינעווענינסטען מיטעל־פונקט פון דער ערד ביז צו דער אויבערפלעכע פון דער ערד). דער קוואדראַט פון 60 איז 3600 (60 מאָל 60). דעריבער ווערט יעדע זאַך, וואָס געפינט זיך אויף דער לבנה, צוגעצויגען צו דעם צענטער פון דער ערד בלויז מיט איין דריי טויזענד זעקס הונדערטעל קראַפט, ווי זי וואָלט צו־געצויגען געוואָרען ווען זי וואָלט זיך געפונען אויף דער אויבער־פלעכע פון דער ערד גופא.

לויט דעם געזעץ פון גראַוויטאַציאָן, וואָס אַלע הימעלס־קער־פער בעזיצען, ציהען אַלע הימעלס־קערפער איינע די אַנדערע צו. די זון איז פיעל גרעסער ווי די ערד און ווי די אַנדערע פּלאַנעטען, דעריבער ווירקט איהר צוציהונגס־קראַפט פיעל גרעסער אויף די פּלאַנעטען ווי פון איין פּלאַנעט אויף'ן צווייטען. איצט לאָמיר זעהן ווי אַזוי עס קומט, דאָס דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון דרעהען זיך די פּלאַנעטען אַרום איהר אין אַ קרייז.

האָט איהר אַ מאָל בעטראַכט ווי עס לויפט אַ פּילקע דורך די לופט, ווען זי ווערט געוואָרפען פון איין שפּיעלער צום צווייטען? לויפט די פּילקע אין אַ גראַדע ליניע אָדער אין אַ רונד־געבויגענע ליניע? אויב איהר האָט עס קיין מאָל ניט בעטראַכט, דאַן קוקט זיך אַ מאָל צו צו אַ ביים־באָל שפּיעל און בעטראַכט, ווי דער באָל לויפט. איהר וועט זעהן, אַז דער באָל לויפט ניט אין אַ גראַדע ליניע, נאָר אין אַ רונד געבויגענע, ווארום איז דאָס?

ווען די ערד וואָלט ניט געהאַט קיין צוציהונגס־קראַפט, וואָלט דער באָל טאַקע געלאָפען אין דער לופט אין אַ גראַדער ליניע. ווען דער באָל איז געוואָרפען געוואָרען פון פונקט א אין דער ריכטונג פון דער ליניע א—ד, לויט דער פאָלגענדער צייכנונג נומער 15, וואָלט ער אין אַ געוויסער צייט, זאָגען מיר אין אַ סעקונדע, גע־קומען צום פונקט ב, און אין צוויי סעקונדען אין דעם פונקט ד. אָבער צוליעב דער גראַוויטאַציאָן (צוציהונגס־קראַפט) פון דער ערד־קען דער באָל ניט לויפען אין דער גראַדער ליניע, ער מוז זיך ביס־לעכווייז אַראָבלאָזען צו דער ערד, און די ליניע אין וועלכע ער

לויפט איז אויסגעקומען רונד. גלייך אין דער ערשטער סעקונדע, וואָס דער באַל איז געוואָרפען געוואָרען פאַנגט ער אָן צו פאַלען צו דער ערד. אין דער ערשטער סעקונדע פאַלט ער 16 פוס, עס הייסט אַז אין דער ערשטער סעקונדע לאָזט זיך דער באַל אַראָב פון דער ליניע, אין וועלכער ער איז געוואָרפען געוואָרען, נידריגער צו דער ערד אויף 16 פוס. ער לאָזט זיך אַראָב פון פונקט ב צו פונקט ג. אין צוויי סעקונדען וועט דער לויפענדער באַל זיך אַראָבלאָזען פון פונקט ד צו פונקט ה. די שטרעקע ד—ה איז 4 מאָל אַזוי גרויס



צייכנונג 15. די רונד־געבויגענע ליניע, וואָס אַ געוואָרפענער באַל אין דער לופט מאַכט פאַלענדיג צו דער ערד דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד.

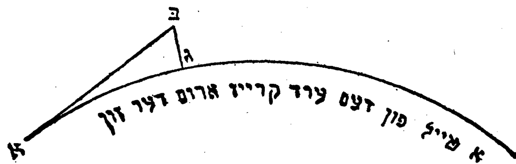
ווי די שטרעקע ב—ג, עס הייסט, אַז אין דער צווייטער סעקונדע איז דער באַל שוין אַראָבגעפאַלען פון זיין הויך פיער מאָל אַזוי פיעל, ווי אין דער ערשטער סעקונדע, ווייל קומענדיג נעהנטער צו דער ערד ווירקט אויף איהם די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד שטאַרקער און ער פאַלט שנעלער. אין דער דריטער סעקונדע וועט ער האָבען שוין אַראָבגעפאַלען 9 מאָל אַזוי פיעל, ווי אין דער ערשטער סעקונדע און אין דער 4טער סעקונדע — 16 מאָל אַזוי פיעל, ווי אין דער ערשטער סעקונדע. דער כּלל איז, אַז די שנעלינקייט פון פאַלען איז פּראָפּאָרציאָנעל מיט דער קוואַדראַט פון דער צייט: אין 1 סעקונדע 16 פוס, אין 2 סעקונדען 4 מאָל 16 פוס, אין 3 סעקונדען 9 מאָל 16 פוס, אין 4 סעקונדען 16 מאָל 16 פוס א. אז. וו.

עס איז לייכט צו פערשטעהן, אז וואָס שנעלער א באַל ווערט געוואָרפען אַלץ וועניגער וועט זיין פליה־ליניע אויסזעהן געבויגען. עס איז אַן איינפאַכער שכל. א שנעלער באַל לויפט אָב א לענגערע שטרעקע אין צוויי סעקונדען, למשל, ווי א לאַנגזאַמער באַל. לאָמיר אָננעהמען, אז א שנעלער באַל איז אין צוויי סעקונדען אָבגעלאָפען א שטרעקע פון הונדערט יארד און א לאַנגזאַמער באַל בלויז 50 יארד. ביידע זיינען אין דער משך פון די צוויי סעקונדען געפאַלען פון זייער הויך 64 פוס נעהנטער צו דער ערד (4 מאָל 16 פוס) אָבער ביי דעם שנעלען באַל האָט זיך דיעזער פאַל פערטיילט אויף א שטרעקע פון 100 יארד, וועהרענד ביי דעם לאַנגזאַמען באַל האָט זיך דער פאַל פערטיילט בלויז אויף א שטרעקע פון 50 יארד. די פליה־ליניע פון דעם שנעלען באַל דאַרף דעריבער זיין וועניגער געבויגען ווי פון דעם לאַנגזאַמען. ווען מען בעטראַכט דעריבער די פליה־ליניע פון א קויל פון א ביקס זעהט זי כמעט אויס גראַד, און ווען מען בעטראַכט די פליה־ליניע פון א באַל, וואָס ווערט געוואָרפען פון א קינד, זעהט מען זי גאַנץ רונד אויסגעבויגען.

איצט לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אז דער ערד־קוגעל איז געוואָרפען געוואָרען ווי א באַל און ער ווערט צוגעצויגען פון דער זון. דערביי דאַרפען מיר האָבען אין זינען, אז ניט קוקענדיג אויף דעם וואָס די מאַסע פון דער זון איז אַן ערך 333 טויזענד מאָל אזוי פיעל פון דער ערד, אָבער צוליעב איהר גרויסער ווייטקייט פון דער ערד, איז די ווירקונג פון איהר צוציהונגס־קראַפט אויף דער ערד בלויז אַן ערך 1/1650 טייל פון דער צוציהונגס־קראַפט וואָס די ערד ווירקט אויף די קערפּער, וואָס געפינען זיך אויף איהר. דאָס מיינט צו זאָגען, אז א טאָן געוויכט (2240 פונט), וואָס געפינט זיך אויף דער ערד ווערט פון דער זון צוגעצויגען מיט א צוציהונגס־קראַפט פון עטוואָס מעהר ווי א פונט.

כדי אויסצוגעפונען וויפיעל אין א סעקונדע די ערד דאַרף פאַלען צו דער זון, דאַרפען מיר צוטיילען 16 פוס, אָדער 192 צאָל (אינטשעס. א פוס האָט 12 אינטשעס) דורך 1650, ווייל דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד פאַלט אויף איהר א קערפּער פון דער הויך מיט דער געשווינדקייט פון 16 פוס אין דער ערשטער סעקונדע, און ווען די צוציהונגס־קראַפט, וואָס די זון ווירקט אויף דער ערד איז בלויז 1/1650 פון דער צוציהונגס־קראַפט, וואָס די ערד

ווירקט אויף די קערפּער, וועלכע געפינען זיך אין איהר ספּערע, דאַן וועט דאָס פאַלען פון דער ערד צו דער זון האָבען די געשווינדיג־קייט פון בלויז 1/1650 פון 16 פוס אין דער ערשטער סעקונדע. טיילענדיג 16 פוס אָדער 192 צאָל אויף 1650 בעקומען מיר עט־וואָס וועניגער פון ⅛ צאָל (אינטש). בענוצענדיג זיך מיט דער פאָלגענדער צייכנונג לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אז דער ערד־קוגעל





צייכנונג 16. ווי עס בילדעט זיך דער קרייז־וועג פון דער ערד אַרום דער זון דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון.

איז געוואָרפען געוואָרען פון פונקט א אין דער ריכטונג פון דער ליניע א—ב און אין דער ערשטער סעקונדע האָט ער זיך אַראָב־געלאָזט אויף דער שטרעקע ב—ג (צוליעב דער צוציהונגס־קראַפט פון דער זון). איהר וועט אָבער בעמערקען, אז ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס די ערד איז געפאַלען צו דער זון, דורכלויפענדיג די שטרעקע פון א ביז ג, איז זי אָבער דאָך ניט געקומען נעהנטער צו דער זון. די ערד איז אין פונקט ג אזוי ווייט פון דער זון, ווי זי איז געוועזען אין פונקט א. אלעס וואָס די זון האָט אויפגעטהאָן מיט איהר צוציהונגס־קראַפט איז, וואָס זי האָט ניט געלאָזען, אז די ערד זאָל פון איהר אין גאַנצען אוועקפליהען אין א גראַדער ליניע.

די זון מיט איהר צוציהונגס־קראַפט בויגט דעם לויף־וועג פון דער ערד פון אַ גראַדער ליניע אין אַ קרייז. אנשטאָט ארויפצופאַלען אויף דער זון, אָדער אין גאַנצען אוועקצופליהען פון איהר, דרעהט זיך די ערד אַרום דער זון אין אַ קרייז.

ווער עס קען גוט מאַטעמאַטיק קען אויסרעכענען, אַז אום די ערד זאָל לויפען אין אַ קרייז ארום דער זון, דאַרף זי געוואַרפען ווערען מיט אַ געשווינדקייט פון אַן ערך 30 קילאָמעטער אָדער 18 מיט 6 צעהנטעל מייל אין אַ סעקונדע. אומקעהרענדיג זיך צוריק צו אונזער צייכנונג וועט עס מיינען, אַז ווען די ערד זאָל געוואַרפען ווערען מיט אַ געשווינדקייט פון 18 מיט 6 צעהנטעל מייל אין אַ סעקונדע אין דער ריכטונג פון דער ליניע א—ב וועט זי ענדע דער סעקונדע, פאַלענדיג צו דער זון, האָבען אָבגעוויכען פון איהר ריכטונג אויף ⅛ צאָל (אינטש).

אָבער צוליעב דער צוציהונגס־קראַפט פון די אנדערע הימעלס־קערפּער לויפט ניט די ערד אַרום דער זון אימער מיט דערזעלביגער געשווינדיגקייט. מיר דאַרפען דעריבער בעטראַכטען, וואָס עס קומט פאָר, ווען די געשווינדיגקייט פון דער ערד איז אביסעל קלענער, ווי מיר האָבען אָנגעגעבען. ווען די ערד לויפט לאַנגזאַמער, דאַן פאַלט זי אַ ביסעלע נעהנטער צו דער זון אין איהר לויף־וועג. קומענדיג אָבער נעהנטער צו דער זון פאַנגט אָן די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון אויף איהר צו ווירקען שטאַרקער און דורך דעם ווערט די געשווינדיגקייט פון דער ערד גרעסער און דורך איהר פערגרעסערטע געשווינדיגקייט פליהט זי ווידער אוועק ווייטער פון דער זון און אויף דעם אופן קומט עס אויס, אַז די ערד מאַכט אַרום דער זון ניט קיין עכט רונדען קרייז, נאָר אַביסעלע אַ לענגליכען, וואָס ווערט אָנגערופען עליפּסע.

דורך די געזעצען פון גראַוויטאַציאָן, וואָס אייזעק ניוטאָן האָט אויסגעפונען קען מען ערקלערען די בעוועגונגען פון אַלע הימעלשע קערפּער. דורך די געזעצען פון גראַוויטאַציאָן קען מען אויסרעכענען די געוויכט פון די הימעלשע קערפּער. וואָס איז אָבער די גראַוויטאַציאָן גופא, פון וואַנען נעהמט זיך די דאָזיגע קראַפט, וואָס איז איהר אורזאַכע? — דאָס האָט אויך ניוטאָן ניט געוואוסט און קיינער וויים עס נאָך היינט ניט.

די ענטוויקלונג פון טעלעסקאָפּ.

צוועלפטער קאַפּיטעל.

דער אַסטראָנאָם פרידריך ווילהעלם הערשעל. — דער ריע־זיגער טעלעסקאָפּ (שפּאַקטיוו) וואָס הערשעל האָט געמאַכט. — די אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען פון הערשעל. — ווי ווערט אַ טעלעסקאָפּ געמאַכט? — די אייגענשאַפטען פון ליכט־שטראַה־לען. — פערשיעדענע זאָרטען טעלעסקאָפּען. — די געשיכטע פון דער ענטוויקלונג פון טעלעסקאָפּ.

צווישען די ריזען פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט פערנעהמט פרידריך ווילהעלם הערשעל איינעם פון די וויכטיגסטע פּלעצער. לויט די אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען, וואָס הערשעל האָט געמאַכט, ווערט ער גערעכענט פאַר דעם גרעסטען אַסטראָנאָם אין דער וועלט.

פרידריך ווילהעלם הערשעל איז געבאָרען געוואָרען אין האַ־נאָווער, דייטשלאַנד, דעם 15טען נאָוועמבער 1738 (געשטאָרבען דעם 25טען אויגוסט 1822). שוין אין זיינע יונגע יאָהרען האָט הערשעל אַרויסגעוויזען זעהר גרויסע פעהיגקייטען, נאָר אַזוי ווי זיין פאָטער איז געווען אַ מוזיקאַנט האָט ער אויך זיין זוהן גע־מאַכט פאַר אַ מוזיקאַנט. אין יאָהר 1755 איז דער יונגער הער־שעל אָנגעקומען מיט זיין פאָטער און עלטערען ברודער אַלס מוזי־קאַנטען אין אַ גוואַרדיע רעגימענט אין ענגלאַנד. נאָך דעם טויט פון זיין פאָטער האָט הערשעל זיך בעזעצט אין באַט, ענגלאַנד, וואו ער איז געוואָרען אַ מוזיק לעהרער און וואו ער איז מיט זיין שוועס־טער קאַראָלינאַ אַלס זינגערין אַרויסגעטראָטען אויף קאָנצערטען. אין יאָהר 1772 האָט ער זיך בעזעצט אין לאָנדאָן צוזאַמען מיט זיין שוועסטער קאַראָלינאַ, וועלכע האָט איהם שפּעטער זעהר פיעל געהאָלפען אין זיינע אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען און פאָרשונ־גען. זי אַליין האָט ענטדעקט אַכט קאָמעטען.

ווען הערשעל איז נאָך געווען גאַנץ יונג האָט ער שוין אַרויס־געוויזען אַ בעזונדערע ליעבע צו דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, און זייענדיג אַ מוזיק־לעהרער אין באַט, האָט ער זיינע לעדיגע שטונ־דען אָבגעגעבען אויף לעזען און שטודירען אַסטראָנאָמישע ביכער. מען האָט איהם שוין דאָן געהאַלטען פאַר אַ קענער אין דער אַס־

טראָנאָמישער וויסענשאַפט און פיעלע זיינען זיך געגאַנגען לערנען ביי איהם ניט בלויז מוזיק נאָר אויך אַסטראָנאָמיע. הערשעל האָט זיך לאַנג ארומגעטראָגען מיט דעם געדאַנק זיך איינצושאַפען אַ שפּאַקטיוו, כדי ער זאָל מיט זיינע אייגענע אויגען קענען זעהן די וואונדער אויפ'ן הימעל, וועגען וועלכע ער האָט אַזוי פיעל געלעזען אין די ביכער. אָבער קויפען אַ שפּאַקטיוו איז ניט געווען פאַר הערשעל'ס פערמעגען. דאַן איז הערשעל געפאַלען אויף אַ פּלאַן, אַז ער אַליין זאָל מאַכען אַ שפּאַקטיוו. אויפ'ן מאַרק פון

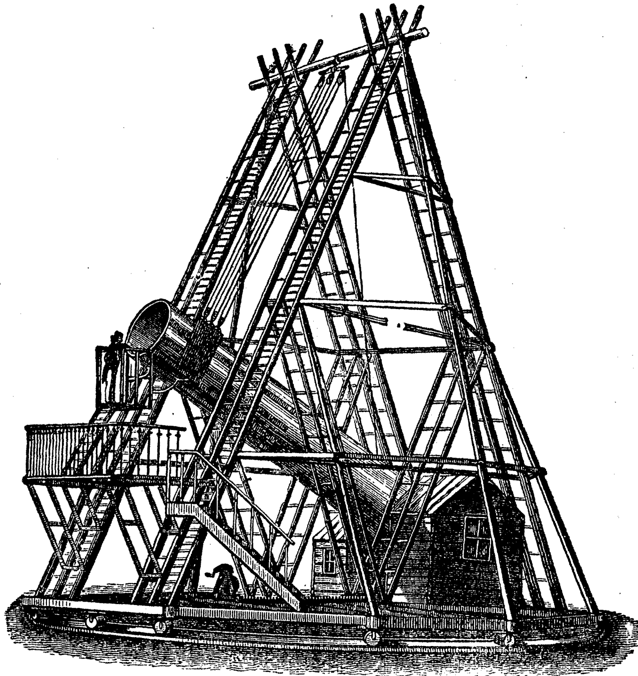

פרידריך ווילהעלם הערשעל.

שטאָדט איז ביי איינעם געווען אַ שפּאַקטיוו פון 2½ פוס לאַנג, וועלכען ער פלעגט פערדינגען אויף אַ געוויסע צייט. הערשעל האָט דעם שפּאַקטיוו אָבגעדונגען אויף איינינע צייט, און אויסער, וואָס ער האָט זיך מיט איהם בענוצט צו קוקען אויפ'ן הימעל, האָט ער אויך אָנגעפאַנגען אויסשטודירען זיין קאָנסטרוקציע, כדי אַליין צו קענען מאַכען אַ שפּאַקטיוו. עס האָט לאַנג ניט גענומען און הערשעל האָט אָנגעפאַנגען מאַכען אַ שפּאַקטיוו פון 20 פוס די לאַנג.

מיט דיעזען גרויסען שפּאַקטיוו האָט הערשעל געמאַכט עטליכע יאָהר נאָכאַנאַנד בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען אויפ'ן הימעל און אין יאהר 1781 האָט ער ענטדעקט דעם פּלאַנעט אוראַנוס, וועלכער געפינט זיך פון דער זון אונגעפעהר 19 מאָל

אַזוי ווייט ווי די ערד און וועמען עס דויערט אַן ערך 84 יאָהר אַרומצודרעהען זיך אַרום דער זון.

אין יאָהר 1787 האָט הערשעל ענטדעקט, אַז דער פּלאַנעט אור־ראַנוס האָט צוויי לבנות, וועלכע דרעהען זיך אַרום איהם. אין דערזעלביגער צייט האָט זיך הערשעל פערנומען מיט מאַכען אַ ריע־



ציי‏כנונג 17. הערשעל'ס גרויסער טעלעסקאָפּ.

זיג גרויסען שפּאַקטיוו פון 40 פוס לאַנג און ווען ער איז פאַר־טיג געוואָרען האָט ער זיך אין יענער צייט גערעכענט אַלס איינער פון די גרעסטע וועלט־וואונדער.

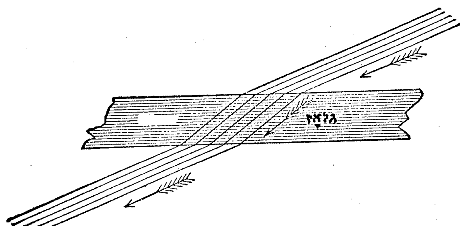
הערשעל האָט מיט דיעזען ריעזיגען שפּאַקטיוו געמאַכט אַ גאַנצע רייה ענטדעקונגען אויפ'ן הימעל, פאַר זיינע אויגען האָבען

זיך ענטדעקט אונצעהליגע שטערען, וואָס מען האָט פריהער ניט גע־קענט זעהן.

נאָר דאָ קומען מיר צו דער פראַגע: אין וואָס בעשטעהט דער כח פון שפּעקטיוו, אז מען האָט דורך איהם געקענט ענטדע־קען נייע וועלטען? ווי ווערט ער געמאַכט, פון וואָס בעשטעהט ער, און וואָס איז דער שכל פון איהם?

אום דאָס אַלעס צו ערקלערען מוזען מיר זיך צו אַלער ערשט אָבשטעלען אויף די אייגענשאַפטען פון ליכט־שטראַהלען.

ווען ליכט־שטראַהלען געהען דורך אַ דורכזיכטיגען שטאָף, ווי גלאָז אָדער וואַסער, אין אַ משופּע'דיגער אָדער גענייגטער ריכ־טונג, וועלען זיי, קומענדיג צו דער אויבערפלעכע פון שטיק גלאָז אָדער וואַסער, זיך אַ בייג טהאָן און דורכגעהן דאָס גלאָז אָדער דאָס וואַסער אין אַ מעהר ווערטיקאַלע (שטעהענדע) ריכטונג און ווען זיי קומען אַרויס פון דער אַנדערער זייט, וועלען זיי זיך ווידער אַ בייג טהאָן אין אַ מעהר גענייגטער ריכטונג, ווי מען קען עס זעהן פון דער צייכנונג.



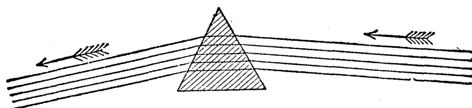
צייכנונג 18. ווי ליכט שטראַהלען ברעכען זיך, ווען זיי געהען דורך גלאָז אָדער דורך אַן אַנדער דורכ־זיכטיגען שטאָף.

דיעזע בויגונג פון ליכט שטראַהלען, אריינגעהענדיג אין אַ דורכזיכטיגען שטאָף און אַרויסגעהענדיג פון איהם, ווערט אָנגע־רופען רעפראַקציאָן (ברעכונג פון ליכט־ שטראַהלען).

די רעפראַקציאָן אָדער ברעכונג פון ליכט־שטראַהלען קומט אויף פאָר, ווען די שטראַהלען געהען דורך אַ גאַז אָדער דורך די לופט. די שטראַהלען פון דער זון, דורכגעהענדיג דורך די אַטמאָס־פערישע לופט, בויגען זיך אָב פון זייער ריכטונג, איידער זיי דער־

גרייכען די אויבערפלעכע פון דער ערד. די ברעכונג פון די זונען־שטראַהלען, געהענדיג דורך די אטמאָספערישע לופט, ווערט אָנגע־רופען **אַטמאָספערישע רעפראַקציאָן.**

ווען דער שטאָף דורך וועלכען די לופט־שטראַהלען געהען דורך איז פוןביידע זייטען גראַד און איבעראַל גלייך דיק, דאָס הייסט, ווען זיין אויבערשטע פלעכע איז פּאַראַלעל מיט זיין אונטערשטער פלעכע, אָט, למשל, ווי אַ גראַדע, גלייכמעסיגע פלאַטע גלאָז, דאַן וועט די ריכטונג פון די ליכט־שטראַהלען, ווען זיי קומען ארויס פון דעם צווייטען זייט פון דעם דורכזיכטיגען שטאָף, זיין דיזעל־ביגע, ווי די מיט וועלכער זיי זיינען אריינגעגאַנגען, זיי וועלען לויפען פּאַראַלעל, ווי מען קען עס זעהן פון דער פריהערדיגער צייכ־נונג. ווען אָבער די פלעכען פון דעם שטאָף וועלען ניט זיין קיין פּאַראַלעלע, דאַן וועלען שוין די ליכט־שטראַהלען ארויסגעהענדיג פון דעם שטאָף האָבען אַן אנדער ריכטונג, ווי די אונטער וועלכע זיי זיינען אריינגעגאַנגען. ווען די ליכט־שטראַהלען געהען, למשל, דורך אַ דריי־קאַנטיגען גלאָז־ווערפעל, אַ פּריזמאַ, ווי עס צייגט די פאָלגענדע צייכנונג, דאַן וועלען די ליכט־שטראַהלען ארויסקו־

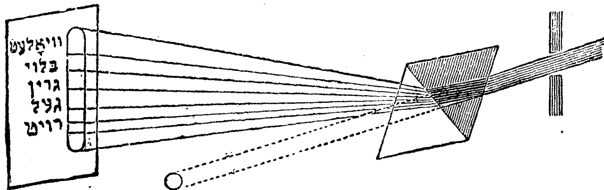


צייכנונג 19. ווי ליכט־שטראַהלען ברעכען זיך, דורכגעהענדיג דורך אַ פּריזמאַ.

מען פון דער פּריזמאַ געבויגען אַראָב. דערצו וועט יעדער ליכט שטראַהל וואָס געהט דורך אזאַ פּריזמאַ ארויסקומען פון דער אנדער זייט ניט אַלס אַן איינצעלנער געוועהנליכער ליכט־שטראַהל, נאָר ער וועט זיין צוטיילט אין עטליכע שטראַהלען פון פערשיע־דענע קאָלירען. די דאָזיגע צוטיילונג פון אַ געוועהנליכען ליכט־שטראַהל אין מעהרערע שטראַהלען פון פערשיעדענע קאָלירען ווערט אָנגערופען **דיספּערזיאָן** (צושטרייאונג פון ליכט־שטראַהלען).

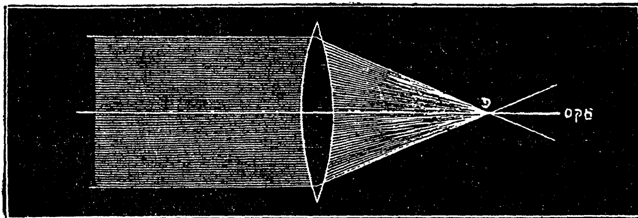
די ווירקונג פון דיספּערזיאָן שטעלט פאָר זעהר אַ שעהן בילד, ווען די שטראַהלען פון דער זון געהען דורך אַ דריי־קאַנטיגע פּריז־מאַ פון פלינט גלאָז (קריסטאַל־גלאָז) און ווערען געריכטעט אויף אַ ווייסען ליילעך אָדער אַ ווייסע וואַנט. מען קען דאַן זעהן פינף

העל־שיינענדע קאָלירען: רויט, געל, גרין, בלוי און וויאָלעט. דער־צו בעמערקט מען די שאַטירונגס־פאַרבען, דער איבערגאַנג פון איין פאַרב צום צווייטען. ווען מיר קוקען זיך צו ווי די קאָלירען זיי־נען איינגעטיילט, דאַן בעמערקען מיר, אַז דאָס רויטע ליכט איז ווענינער אָבגעבויגען פון זיין ריכטונג ווי אַלע אַנדערע, דאָס געלע ליכט איז מעהר אָבגעבויגען, דאָס גרינע נאָך מעהר, דאָס בלויע נאָך מעהר און דאָס וויאָלעטע מעהר פון אַלע. דאָס בעווייזט, אַז דאָס ווייסע ליכט פון דער זון איז אַ צונויפמישונג פון פערשיעדענע מינים ליכט און יעדעס מין ליכט האָט אַ פערשיעדענע רעפראַקציאָן (שטראַהלען ברעכונג) פון די אַנדערע.



ציינבנונג 20. ווי ליכט־שטראַהלען פערטיילען זיך דורך אַ פּריזמאַ.

ווען ליכט־שטראַהלען, וועלכע קומען פון אַ מעהר אָדער ווענינער ווייטען געגענשטאַנד (אָביעקט), געהען דורך אַ פערגרעסערונגס־גלאָז אָדער ברען־גלאָז (אַ רונדע גלעזעל, וועלכע איז אין מיטען דיקער, ווי ביי די ענדען) בויגען זיי זיך אַזוי דאָס זיי לויפען זיך אַלע צונויף אין איין פּונקט און פון דעם פּונקט פאַנגען זיי זיך ווידער אָן פונאַנדערצושפּרייטען, ווי מען קען עס זעהן פון דער צייכנונג, וואָס דאָ ווערט געגעבען.



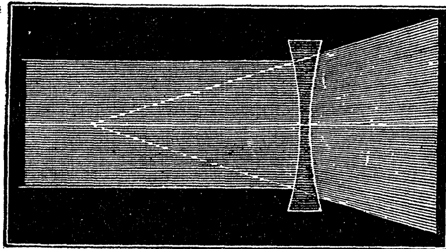
צייכנונג 21. ווי עס לויפען זיך צונויף ליכט־שטראַהלען אין איין פּונקט, דורכגעהענדיג דורך אַ קאָנוועקס־ע לינזע.

דער פונקט פ, וואו די שטראַהלען לויפען זיך צוזאַמען און פון וואַנען זיי פאַנגען אָן ווידער זיך צו פערשפּרייטען, ווערט אָנגערופען דער פאָקוס אָדער ברען־פונקט פון דעם ברען־גלאָז. און די מיטעל ליניע ווערט אָנגערופען דער אַקס. ווען מען האַלט אַזאַ ברען־גלאָז אָדער פערגרעסערונגס־גלאָז געגען אַ פענסטער פון דער אַנדער זייט פון צימער און מען האַלט הינטער דעם ברען־גלאָז, אַ רעכט שטיקעל אָבגערוקט פון איהם, אַ ווייס שטיק פאַפּיער, דאַן זעהט מען אויס׳ן פאַפּיר אַ קליין בילד פון דעם פענסטער.

אַזאַ גלעזעל, וואָס איז אין מיטען בולט און ביי די ענדען דינער, ווי זי איז אין צייכנונג 21, ווערט אָנגערופען אַ קאָנוועקסע לינזע.

ווען דאָס גלעזעל איז אָבער ניט קיין בולט׳ע, נאָר אין מיטען אָן אויסגעהוילטע, ווערט עס אָנגערופען אַ קאָנקאַווע לינזע. ווען דאָס גלעזעל איז פון איין זייט בולט און פון דער אַנדערער זייט אויסגעהוילט, הייסט עס אַ קאָנוועקס־קאָנקאַווע לינזע.

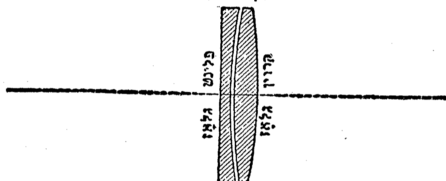
ווען ליכט־שטראַהלען, וועלכע קומען פון אַ געגענשטאַנד (אָביעקט) געהען דורך אַ קאָנקאַווע לינזע, דאַן לויפען זיי זיך ניט צונויף אין איין פונקט, ווי דאָס איז דער פאַל ביי אַ קאָנוועקסע לינזע, נאָר אומגעקעהרט, זיי שפּרייטען זיך פונאַנדער, ווי דאָס ווערט געצייגט אין דער צייכנונג 22.



צייכנונג 22. ווי עס צושטרייען זיך ליכט־שטראַהלען דורכגעהענדיג דורך אַ קאָנקאַווע לינזע.

אַ געוועהנליכע לינזע ברייגנט ניט צוזאַמען אַלע ליכט־שטראַהלען אין איין ברען־פונקט (פאָקוס), צוליעב דער דיספּערזיאָן (צושטרייאונג) פון די שטראַהלען פון פערשיעדענע קאָלירען, וועגען וועלכע מיר האָבען פריהער דערמאָנט. ווען מען שטעלט דעריבער אַ געוועהנליכען ברען־גלאָז אָדער לינזע געגען אַ שטע־

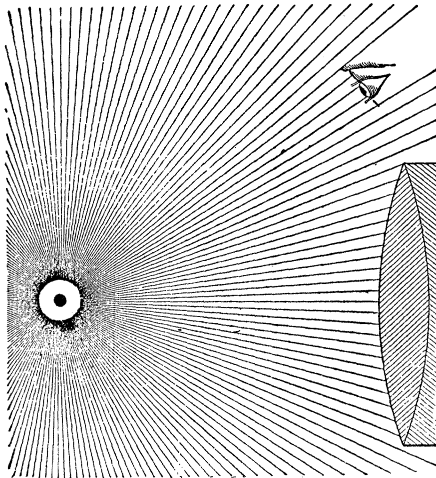
רען אום צו בעקומען זיין בילד אויף א ווייסען פאפיר, וועט מען ניט בעקומען א בילד פון א ליכטיגען פונקט, נאָר א קליינעם רונ־דען קאָלירטען קרייז, ניט ווייט פון ברען־פונקט. דיעזע ערשיי־נונג ווערט אָנגערופען כראָמאַטישע אָבעראַציאָן (פאר־ביגע צושטרייאונג פון ליכט־שטראהלען) און צוליעב איהר קען מען מיט דער לינזע ניט זעהן גענוג קלאָר. מען קען אָבער צו־נויפשטעלען צוויי לינזען פון צוויי פערשיעדענע מינים גלאָז אויף אזא אופן, דאָס די ליכט־שטראהלען, וועלכע געהען דורך דורך זיי זאָלען א ל ע זיך צוזאמענלויפען אין איין פונקט. פאר דעם צוועק מוז איין לינזע זיין א קאָנוועקסע און די אַנדערע א קאָנקאַווע, ווי עס צייגט די צייכנונג 23. די קאָנוועקסע לינזע ווערט געמאכט פון קרוין־גלאָז (געוועהנליכער פענסטער גלאָז) און די קאָנקאַווע לינזע — פון פלינט־גלאָז (קריסטאל־גלאָז). די אייגענשאפטען פון דיעזע צוויי מינים גלאָז זיינען די פאָל־גענדע: פ ל י נ ט־גלאָז רעפראַקטירט (ברעכט, בויגט) די ליכט־שטראהלען כמעט אזוי פיעל ווי קרוין־גלאָז אָבער זיין אייגענשאפט צו צושטרייען די שטראהלען איז דאָפעלט אזוי גרויס ווי פון קרוין־גלאָז. די צו־שטרייאונגס קראַפט פון דער קאָנקאַווער און פון דער קאָנוועקסער לינזע ווירקען איינע געגען די אַנדערע און אויף אזא אופן געהען די שטראהלען דורך דיביידע לינזען אָהן צושטרייאונג נאָר זיי לוי־פען זיך אַלע צונויף אין איין פונקט. אזא קאָמבינאַציע פון צוויי לינזען ווערט אָנגערופען אַן אַכראָמאַטישע אָדער קאָליר־פרייע. ווען מען שטעלט אָן די דאָזיגע קאָמבינאַציע פון די צוויי לינזען געגען א שטערן, וועט מען פון איהם בעקומען בלויז א ליכ־טיגען פונקט אָלס בילד אָבער קיין פארביגען קרייז, ווי דאָס איז דער פאַל, ווען מען שטעלט אָן געגען איהם א געוועהנליכע לינזע.



צייכנונג 23. אַן אַכראָמאַטישער אָביעקטיוו, וואָס בעשטעהט פון א קאָנוועקסער לינזע פון קרוין־גלאָז און פון א קאָנקאַווער לינזע פון פלינט־גלאָז.

דער געוועהנליכער טעלעסקאָפ (שפּאַקטיוו) בעשטעהט פון א

געוועהנליכע לינזע אָדער פון אַן אכראָמאַטישע קאָמבינאַציע פון לינזען (איין קאָנוועקסע און איין קאָנקאווע), וועלכע ווערען אריינגעשטעלט אין דעם ענד פון א ראָהר (טרובע) און ווערט אָנגערופען דער אָביעקטיוו פון טעלעסקאָפּ. אין דעם אנדערען ענד פון ראָהר ווערען אריינגעשטעלט צוויי אנדערע קלענערע לינזען און ווערט אָנגערופען אָקולאַר (קוק־גלאָז, אויגען־גלאָז). ווען מען וויל מיט אזא שפּאַקטיוו בעטראַכטען די שטערען פון הימעל אָדער אַן אנדער ווייטען געגענשטאַנד, דאַן ווערט דער שפּאַקטיוו אָנגעשטעלט מיט זיין ענד וואו דער אָביעקטיוו איז צום הימעל אָדער צו דעם געגענשטאַנד, וועלכען מען וויל בעאָבאַכטען, און זיין צווייטען ענד מיט דעם אָקולאַר — צום אויג. די שטראַהלען פון שטערען אָדער פון דעם געגענשטאַנד, וועלכען מען בעאָבאַכטעט, געהען דורך דעם אָביעקטיוו, לויפען זיך צונויף אין איין פּונקט, אין דעם פאָקוס, און גיבען איבער דאָס בילד פון דעם שטערען אָדער פון געגענשטאַנד דורך דעם אָקולאַר צום אויג. אזא טעלעסקאָפּ ווערט אָנגערופען רעפראַקציאָנס טעלעסקאָפּ.



ציוכנונג 24. וויפיעל שטראַהלען דאָס אויג און דער אָביעקטיוו פון אַ טעלעסקאָפּ נעהמט אויף אין פּראָפּאָרציע פון זייער גרויס.

דיווירקונג פון טעלעסקאָפּ העננט אָב פון צוויי זאכען, פון זיין בעלייכטונגס קראַפט און פון זיין פערגרעסער־קראַפט.

די בעלייכטונגס־קראַפט פון א טעלעסקאָפּ איז גרעסער ווי פון אונזער אויג, ווייל דאָס אָביעקטיוו גלאָז פון א טעלעסקאָפּ איז גרעסער ווי דער שוואַרץ־אַפּעל פון אונזער אויג. דאָס אָביעק־

טיוו גלאָז איז ביים טעלעסקאָפּ דאָסזעלבע, וואָס דער שוואַרץ־אַפּעל איז ביי אונז אין אויג. ווען די פלעכע פון אָביעקטיוו־גלאָז איז, למשל, הונדערט מאָל אַזוי גרויס, ווי דער שוואַרץ־אַפּעל פון אונזער אויג, וועט עס אויפנעהמען הונדערט מאָל אַזוי פיעל ליכט־שטראַהלען, ווי אונזער אויג; פאָלגליך וועט דאָס בילד פון א שטערען אָדער פון אַן אַנדער געגענשטאַנד, וואָס בילדעט זיך אָב אין זיין פאָקוס, זיין כמעט הונדערט מאָל אַזוי העל, ווי פון דעם, וואָס בילדעט זיך אָב אין דעם שוואַרץ־אַפּעל פון אונזער אויג (מיר זאָגען „כמעט" הונדערט מאָל אַזוי פיעל, ווייל א טייל פון די ליכט־שטראַהלען געהט פערלאָרען צוליעב דער רעפלעקציאָן פון אָביעקטיוו־גלאָז און א טייל ווערט פערשלונגען דורכגעהענדיג דעם אָביעקטיוו־גלאָז).

די פערגרעסערונגס־קראַפט פון טעלעסקאָפּ העננגט אָב פון דעם אָביעקטיוו־גלאָז, פון דעם אקולאַר־גלאָז און פון דער לענג פון טעלעסקאָפּ. די פערגרעסערונגס־קראַפט פון א טעלעסקאָפּ איז גלייך צו דער צאָהל, וואָס בעקומט זיך, ווען מען טיילט די פאָקוס־לענג פון דער אָביעקטיוו לינזע אויף דער פאָקוס־לענג פון דער אָקולאַר־לינזע.

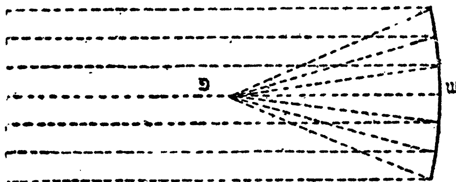
אונטער דער פאָקוס לענג פון א לינזע פערשטעהט מען די שטרעקע פון דעם צענטער פון דער לינזע ביז צו דעם בילד, וואָס זי צייגט פון א וויַיטען געגענשטאַנד.

לויט דיזען כלל דאַרפען מיר מיט א טעלעסקאָפּ, וואָס זיין אָביעקטיוו לינזע האָט א פאָקוס לענג פון 8 פוס און זיין אָקולאַר לינזע — א פאָקוס לענג פון 2 צאָל (אינטש) בעקומען א פערגרע־סערונגס־קראַפט פון 48 מאָל (8 פוס איז 96 אינטשעס און געטיילט אויף 2 איז 48). ווען די פאָקוס לענג פון דער אָקולאַר לינזע וועט זיין איין צאָל, וועט די פערגרעסערונגס קראַפט פון שפּאַקטיוו זיין 96 מאָל און ווען א האַלבע צאָל — 192 מאָל.

דאָס שטיק הימעל, וואָס מיר קענען זעהן דורך א שפּאַקטיוו ווערט אָנגערופען דאָס געזיכטס־פעלד פון שפּאַקטיוו אָדער טעלעסקאָפּ. אין דעם שפּאַקטיוו זעהט דאָס געזיכטס־פעלד אויס זעהר גרויס, אָבער דער ווירקליכער טייל הימעל וואָס מען זעהט מיט איהם איז זעהר קליין. די פערגרעסערונגס־קראַפט פון דעם שפּאַקטיוו מאַכט עס, אַז דאָס געזיכטס־פעלד זעהט אויס גרויס.

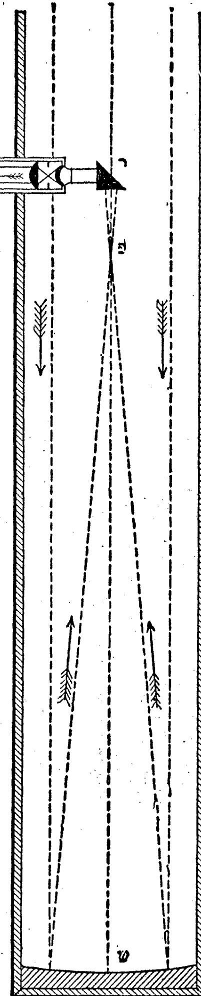
די ליניע (וואָס מיר שטעלען זיך פאָר), וועלכע בילדעט דעם צענטראַל־אַקס פון דעם ראָהר פון שפּאַקטיוו, אָדער די ליניע, וועל־כע געהט דורך דעם צענטער פון דעם אָביעקטיוו און פון דעם אָקו־לאַר איז גערי‌כטעט צו דעם צענטער פון דעם געזיכטס־פעלד, און זי ווערט גערופען די געזיכטס־ליניע פון דעם שפּאַקטיוו אָדער טעלעסקאָפּ.

א טעלעסקאָפּ קען אויך געמאַכט ווערען מיט דער הילף פון א קאָנקאַוועז שפּיעגעל. ווען ליכט־שטראַהלען פון א הימעלס־קערפּער פאַלען אויף א קאָנקאַוועז שפּיעגעל ווערען זיי פון שפּיע־געל צוריק אָבגעוואָרפען און די שטראַהלען קומען זיך צונויף אין איין פּאָקוס אָדער ברען־פּונקט גאַנץ אַזוי ווי ביי די אויבען־בע־שריבענע גלאָז־לינזען, ווי מען קען עס זעהן פון דער פאָלגענדער צייכנונג, וואו דער בוכשטאַב ש בעצייכענט דעם שפּיעגעל און דער בוכשטאַב פּ בעצייכענט דעם פּאָקוס, אין וועלכען די שטראַהלען קומען זיך צונויף און פון וואַנען זיי שפּרייטען זיך ווידער פּו־נאַנדער. אויף דעם אופן קען דאָס בילד פון א הימלישען קערפּער זיך אָבשפּיגלען פון דעם פּאָקוס פון א קאָנקאַוועז שפּיעגעל פּונקט אַזוי ווי פון א לינזע.



צייכנונג 25. ווי פּאַראַלעלע ליכט־שטראַה־לען, וועלכע פאַלען אויף א קאָנקאַוועז שפּיע־געל ווערען רעפלעקטירט און קומען זיך צו־נויף אין פּונקט פּ.

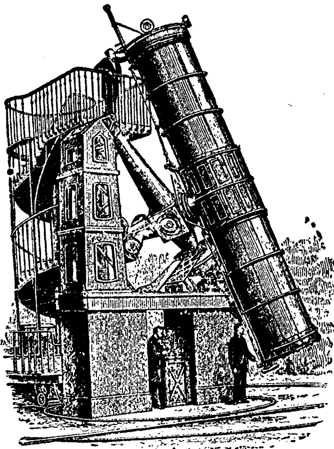
א טעלעסקאָפּ וואָס ווערט געמאַכט מיט דער הילף פון א קאָנקאַוועז שפּיע־געל ווערט אָנגערו־פען א רעפלעקציאָנס טעלעסקאָפּ. דאָס בילד בעקומט זיך דורך רעפלעק־ציאָן (צוריקוואַרפונג) פון די שטראַהלען. אַזעלכע טעלעסקאָפּען קענען געמאַכט ווערען פיעל גרעסער אין זייער מאָס, ווי די רע־פראַקציאָנס טעלעסקאָפּען, וועלכע זיינען אויבען בעשריבען געוואָ־רען, אָבער זיי זיינען ניט אַזוי בעקוועם. דער גרויסער טעלעסקאָפּ, וואָס הערשעל האָט געמאַכט איז געוועזן א רעפלעקציאָנס טעלעסקאָפּ, דאָס הייסט מיט א שפּיעגעל־גלאָז.



צייכנונג 26.
אַ רעפלעקציאָנס־
טעלעסקאָפּ.

אום מען זאָל קענען זעהן מיט אַ רע־פלעקציאָנס טעלעסקאָפּ מוז דאָס אָקולאַר־גלאָז (דאָס אויגען־גלאָז) אריינגעשטעלטווע־רען אין זייט פון דעם טעלעסקאָפּ ראָהר און ניט אין זיין צווייטען ענד, ווי דאָס איז דער פאַל ביי אַ רעפראַקציאָנס־טעלעסקאָפּ. דערצו דאַרף צו דעם רעהרעל פון אָקולאַר־גלאָז צוגעשטעלט ווערען אַ רעפלעקטאָר (אַ קליין שפּיעגעלע) וואָס זאָל אויסקומען אין מיטען פון דעם טעלעסקאָפּ־ראָהר נאָהענט צו דעם פאָקוס, ווי דאָס ווערט געצייגט אין דער צייכנונג 26. דער בוכשטאַב ש בעצייכענט דעם קאָנקאַווען שפּיעגעל פון טעלעסקאָפּ. די ליכט שטראַה־לען, וואָס פאַלען אויף איהם פון דעם הימ־לישען קערפּער, ווערט רעפלעקטירט (צוריק־געוואָרפען) און קומען זיך צונויף אין דעם פונקט פּ, אין פאָקוס, וואו עס שפּיגעלט זיך אָב דאָס בילד פון דעם הימלישען קערפּער און ווערט אַ בערגעגעבען צו דעם רעפלעקטאָר ר. פון דעם רעפלעקטאָר ווערט דאָס בילד איבער־געגעבען צו דעם אָקולאַר־גלאָז און פון איהם צום אויג פון דעם בעאָבאַכטער. דאָס מוז מען אַזוי מאַכען, צוליעב דעם, כדי דער קאָפּ און די פּלייצעס פון דעם בעאָבאַכטער זאָל ניט פערשטעלען די ליכט־שטראַהלען, וואָס דאַרפען קומען צו דעם שפּיעגעל פון טעלעס־קאָפּ און דאַרפען אָבגעוואָרפען ווערען פון איהם צו צייגען דאָס בילד. ווען דער בעאָב־אַכטער זאָל קוקען דירעקט אין דעם ראָהר פון טעלעסקאָפּ, וועט ער מיט זיין קאָפּ און פּלייצעס פערשטעלען אַ גרויסען טייל פון דעם ליכט.

די געשיכטע פון דער ענטוויקלונג פון טעלעסקאָפּ איז א ציעמ־ליך לאַנגע. מיר האָבען שוין אין א פריהערדיגען קאַפּיטעל דער־מאָהנט וועגען די ערשטע ערפינדער פון דעם טעלעסקאָפּ אָדער שפּאַקטיוו. מיר זאָגען „ערפינדער“, ווייל עס איז נאָך ביז היינט ניט פעסטגעשטעלט ווער עס איז געווען דער ערשטער ערפינדער. מען ווייס נאָך היינט ניט, אויב דער ערשטער ערפינדער איז גע־ווען ליפּערסהיי און די אנדערע האָבען זיך בענוצט מיט זיין אי־דעע, אָדער זיי האָבען זעלבסטשטענדיג געמאַכט די ערפינדונג, פּונקט ווי ליפּערסהיי האָט זי געמאַכט. אין דעם שפּאַקטיוו, וואָס גאַליליי האָט געמאַכט, איז דער אָביעקטיוו בעשטאַנען בלויז פון איין לינזע און אזוי זיינען אויך געמאַכט געוואָרען די אנדערע שפּאַק־טיווען נאָך גאַליליי׳ען ביז דעם יאָהר 1750. ווי מיר ווייסען שוין פון פריהער, גיט אזא שפּאַק־טיוו ניט קיין קלאָהרען בילד.


ציי׳כנונג 27. דער גרויסער רעפ־לעקציאָנס טעלעסקאָפּ אין פּאַריז.

אייזעק ניוטאָן איז גע־פאַלען אויף דער אידעע צו מאַכען א רעפלעקציאָנס טע־לעסקאָפּ (א שפּיגעל טעלע־סקאָפּ). דער רעפלעקציאָנס טעלעסקאָפּ גיט א קלאָהרען בילד אָהן קאָלירען. אָבער די טעלעסקאָפּען, וואָס ניו־טאָן האָט געמאַכט, זיינען גע־ווען גאַנץ קליינע און האָבען ניט געהאַט קיין גרויסען ווערטה. גרויסע רעפלעק־ציאָנס טעלעסקאָפּען האָט ערשט אָנגעפאַנגען מאַכען פרידריך ווילהעלם הערשעל.

אונגעפעהר אין יאָהר 1760 האָט דאָלאַנד אין לאָנדאָן ער־פונדען דעם אכראָמאַטישען (קאָליר־פרייען) טעלעסקאָפּ (א טע־לעסקאָפּ, וואָס זיין אָביעקטיוו בעשטעהט פון א קאָמבינאַציע פון צוויי לינזען, איינע א קאָנקאַווע און איינע א קאָנוועקסע און וועל־כע זיינען געמאַכט פון פערשיעדענע סאָרטען גלאָז, ווי עס איז

שוין פריהער ערקלערט געוואָרען). עס איז אָבער אַ לאַנגע צייט געווען אונמעגליך צו מאַכען גרויסע אַכראָמאַטישע טעלעסקאָפּען, צוליעב דעם, וואָס עס איז שווער געווען צו פאַבריצירען גרויסע שטיקער פלינט־גלאָז (קריסטאַל־גלאָז), וועלכע זאָלען זיין פאָלשטענ־דיג ריין און קלאָר. פלינט גלאָז ענטהאַלט אין זיך אַ גרויסע מאַסע בליי, און אין יענער צייט האָט מען נאָך ניט געוואוסט ווי צו געפינען אַ מיטעל ווי אַזוי דאָס בליי זאָל זיך גלייכמעסיג פערטיי־לען אין גלאָז. פאַבריצירענדיג דאָס גלאָז פלעגט דאָס בליי אראַב־זינקען אויפ'ן דעק פון שמעלץ־טאָפּ און דאָס גלאָז פלעגט ארויס־קומען ניט גלייכמעסיג ריין און קלאָר. מען פלעגט דעריבער בלויז קענען אויסקלייבען קלענערע שטיקער גלאָז, וועלכע האָבען געקענט בענוצט ווערען צו מאַכען פון זיי אָביעקטיוועון פאַר טעלעסקאָ־פּען. ביז מיט אַ הונדערט יאָהר צוריק פלעגט זיך אַ לינזע פון פלינט גלאָז, וואָס איהר דיאַמעטער איז געווען 4 צאָל (אינטשעס), רעכענען פאַר אַ גאַנץ גרויסע.

אין יאָהר 1810 האָט איינער גענאַנד, אַ גלאָז־מאַכער אין דער שווייץ, אויסגעפונען אַ מיטעל ווי צו פאַבריצירען גרעסערע שטי־קער פלינט־גלאָז, ווי דאָס איז פריהער געווען מעגליך. אין דער־זעלביגער צייט האָט געלעבט אין דייטשלאַנד דער בעריהמטער אָפּ־טיקער פרויענהאָפער, וועלכער האָט ארויסגעוויזען אַ בעזונדערס גרויסע קונסט אין שלייפען די גלאָז־לינזען פאַר טעלעסקאָפּען. פרויענהאָפער און זיינע נאָכפאָלגער אין דייטשלאַנד האָבען דער־גרייכט די קונסט אויסצושלייפען גלאָז־לינזען פון 15 צאָל אין דיאַמעטער. אין יאָהר 1845 איז אַ טעלעסקאָפּ מיט אַזאַ גרויסען אָביעקטיוו געבראַכט געוואָרען אין אַמעריקאַ און איז אוועקגע־שטעלט געוואָרען אין דער האַרוואַרד אָבסערוואַטאָריע אין קעמ־ברידזש, מאַסאַטשוזעטס. (אַן אָבסערוואַטאָריע ווערט אָנגערופען אַ בעאָבאַכטונגס־פּלאַץ, וועלכער איז בעזאָרגט מיט אַלע נויטיגע אינסטרומענטען צו בעאָבאַכטען די ערשיינונגען אויפ'ן הימעל. אַן אָבסערוואַטאָריע ווערט אימער געמאַכט אויף אַ הויכען, פרייען, טרוקענעם און אַ רוהיגען פּלאַץ).

נאָך מעהר קונסט אין שלייפען טעלעסקאָפּ אָביעקטיוועון האָט ארויסגעוויזען דער אַמעריקאַנער אָפּטיקער אַלווין קלאַרק פון קעמ־ברידזשפּאָרט, מאַסאַטשוזעטס. אין יאָהר 1861 האָט קלאַרק גע־

מאַכט אַן אָביעקטיוו פאַר א טעלעסקאָפּ פון 18 צאָל אין דיאַמעטער. דאָס איז געווען דער גרעסטער אָביעקטיוו, וואָס איז ביז איהם גע־מאַכט געוואָרען. דיעזער טעלעסקאָפּ געפינט זיך נאָך היינט אין דער אָבסערוואַטאָריע פון דער וואַנסטאָנער אוניווערזיטעט אין אילינאָי.

א ביסעל שפּעטער איז אין ענגלאַנד געמאַכט געוואָרען אַן אָביעקטיוו פאַר א טעלעסקאָפּ וואָס איז געווען 25 צאָל אין דיאַ־מעטער, מיט 7 צאָל גרעסער ווי קלאַרק'ס. דיעזער טעלעסקאָפּ גע־פינט זיך אין דער קעמברידזשער אוניווערזיטעט אין ענגלאַנד.

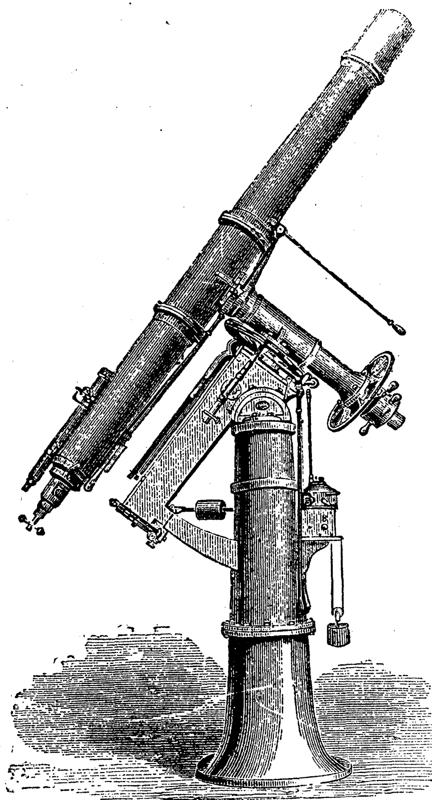
אין יאָהר 1873 האָט קלאַרק פערענדיגט צוויי טעלעסקאָפּען וועלכע זיינען מיט א צאָל נאָך גרעסער ווי דער קעמברידזשער טע־לעסקאָפּ. איינער פון דיעזע ריעזיגע טעלעסקאָפּען איז אוועקגע־שטעלט געוואָרען אין דער אָבסערוואַטאָריע פון דער אַמעריקאַנער קריעגס־פלאָטע אין וואַשינגטאָן און דער צווייטער — אין דער אוניווערזיטעט פון ווירדזשיניא.

נאָך א גרעסערער טעלעסקאָפּ, פון 30 צאָל אין דיאַמעטער, איז געמאַכט געוואָרען אין פראַנקרייך פון די ברידער האַנרי.

אין יאָהר 1883 האָט קלאַרק געמאַכט א טעלעסקאָפּ פון 30 צאָל אין דיאַמעטער פאַר דער אָבסערוואַטאָריע פון פּולקאָווא, ניט וויית פון פּעטראָגראַד, רוסלאַנד.

אין יאָהר 1876 האָט דער אַמעריקאַנער מיליאָנער דזשיימס ליין פון קאַליפאָרניע געגעבען א גרויסע סומע געלד צו גרינדען אַן אָבסערוואַטאָריע אין אַמעריקא, וועלכע זאָל האָבען די גרעסטע טעלעסקאָפּען אין דער וועלט. קלאַרק האָט אונטערגענומען צו מאַכען די טעלעסקאָפּען אָבער עס האָט זיך איהם א לאַנגע צייט ניט איינגעגעבען. ער האָט ניט געקענט קריעגען דאָס פּאַסענדע גלאָז, ביז ער האָט ענדליך געקראָגען ביי א פראַנצויזישען גלאָז־גיסער אין פראַנקרייך דאָס פּאַסענדע גלאָז און ער האָט אין יאָהר 1887 געענדיגט אויסשלייפען אַן אָביעקטיוו פון 36 צאָל אין דיאַ־מעטער. די אָבסערוואַטאָריע, פאַר וועלכע דזשיימס ליין האָט געגע־בען דאָס געלד, איז אויסגעבויט געוואָרען אויף דעם באַרג האַמיל־טאָן אין קאַליפאָרניא און זי ווערט גערופען די ליין אָבסערוואַטאָ־ריע. אָבער דער טעלעסקאָפּ אין ליין'ס אָבסערוואַטאָריע איז דאָך ניט דער גרעסטער אין דער וועלט. דער טעלעסקאָפּ וואָס געהערט

צו דער אוניווערזיטעט פון שיקאַגאָ, אין דער יאֶירקס אָבסערוואַ־
טאָריע ביי דער זשענעווא אָזערא אין שטאַאט וויסקאָנסין, איז
גרעסער פון איהם. ער איז געמאכט געווארען פון קלאַרק׳ס א
זוהן און האָלט 40 צאָל אין דיאַמעטער.

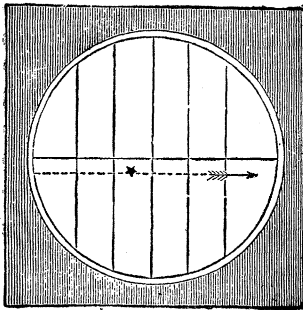


ציוכנונג 28. עקוואַטאָר טעלעסקאָפּ.

א טעלעסקאָפּ וואָס האָט א גע־שטעל, וועלכער איז אַזוי געמאַכט דאָס דער טעלעסקאָפּ־ראָהר זאָל זיך קענען דרעהען אין פערשיע־דענע ריכטונגען און אין א געגענגעזעצ־טער ריכטונג ווי דער ערד - קוגעל, ווערט אָנגערופען עקוואַ־טאָר טעלעסקאָפּ. ווען מען שטעלט אָן א טעלעסקאָפּ צו בע־אָבאַכטען וועלכען עס איז הימעלשען קערפּער, ווערט מען לאַנג דעם געווינש־טען הימלישען קער־פּער ניט קענען בע־אָבאַכטען, ווייל ער וועט גיך פערשוואונ־דען ווערען פון דעם געזיכטס־פעלד פון טעלעסקאָפּ, צוליעב דעם וואָס די ערד דרעהט זיך אַרום איהר אַקס. אום צו קענען דעם הימעלשען קער־פּער, וואָס מען בעאָבאַכטעט, האָבען פאַר א לענגערע צייט אין דעם געזיכטס־פעלד פון טעלעסקאָפּ מוז דער טעלעסקאָפּ זיין אַזוי איינ־

גערינטעט, אַז ער זאָל זיך דרעהען אין אַ געגענגעזעצטער ריכטונג פון דער ערד, כדי ער זאָל קענען נאָכיאָגען דעם הימעלשען קערפּער, וואָס רוקט זיך אַוועק פון דעם געזיכטס־פעלד פון טעלעסקאָפּ, צו־ליעב דער טעגליכער בעוועגונג פון דער ערד אַרום איהר אַקס.

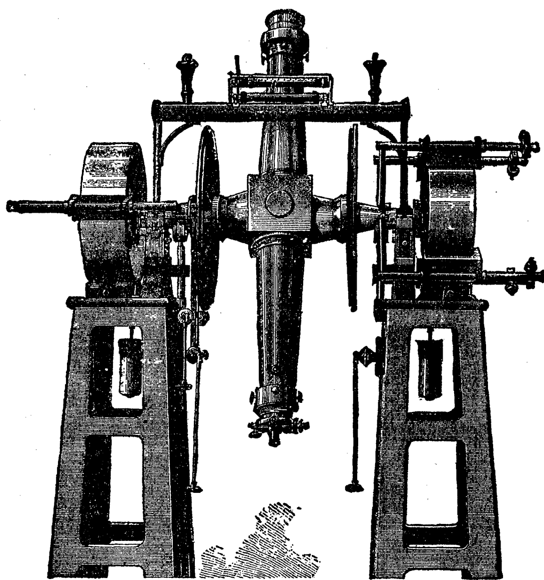
אַ טעלעסקאָפּ וואָס דרעהט זיך אויף אַ האָריזאָנטאַלער אַקס בלויז אין דער ריכטונג פון מזרח (אָסט) און מערב (וועסט), און וועלכער האָט אַ זייגער צו מאַרקירען פּינקטליך די צייט, ווערט אָנ־גערופען אַ מערידיאַן טעלעס־קאָפּ, אָדער טראַנזיט טעלעס־קאָפּ (דורכגאַנגס - טעלעסקאָפּ). ער ווערט בענוצט פאַר דעם צוועק צו בעאָבאַכטען ווען אַ הימעלשער קערפּער געהט דורך דעם מערי־דיאַן (מיטאָגס ליניע). ווען מען קוקט אין אַ דורכגאַנגס־טעלעסקאָפּ, זעהט מען ווי שוואַרצע דינע ליניעס געהען אַרויף און אַראָב דורך דעם גע־זיכטס־פעלד, ווי עס צייגט דאָס פאָלגענדע בילד אין וועלכען עס ווערט אויך געצייגט אַ שטערען, ווי ער קומט נאָהענט צו דער מערידיאַנס ליניע. דיעזע דינע



ציינונג 29. די שפּינ־וועבס פעדים אין דעם פאָקוס פון אַ טראַנזיט־טעלעסקאָפּ מיט אַ שטע־רען, וועלכער געהט זיי פאַרביי.

ליניעס ווערען געמאַכט פון שפּינוועבס, און די מיטעלסטע ליניע בעצייכענט דעם מערהדיאַן. דער מאָמענט וואָס אַ שטערען געהט דורך דיעזע ליניע קען אָבגעלעזען ווערען פון דעם זייגער פון טע־לעסקאָפּ מיט דער פּינקטליכקייט פון אַ קליינעם טייל פון אַ סע־קונדע. אַזאַ טעלעסקאָפּ גיט אונז דעריבער די מעגליכקייט צו בעשטימען מיט גרויס פּינקטליכקייט די צייט, ווען אַ הימעלשער קערפּער געהט דורך דעם מערדיאַן. אַזאַ טעלעסקאָפּ גיט אונז אויך די מעגליכקייט צו בעשטימען פּינקטליך די צייט פון טאָג און אָנ־צושטעלען אַ זייגער פּינקטליך נאָך דער צייט. דורך דעם דורכ־גאַנגס־טעלעסקאָפּ בעאָבאַכטעט מען אַ געוויסען שטע־רען, וואָס מען ווייס שוין פון פריהער די פּינקטליכע צייט, ווען ער

געהט דורך דעם מערידיאַן, און מען פערגלייכט דאַן די צייט פון זייגער, וועלכען מען וויל איינשטעלען פּינקטליך, מיט דעם מאָמענט, וואָס דער שטערען איז דורכגעגאַנגען דעם מערידיאַן. און דאָס ווערט אויך אַזוי געטהאַן. פּונקט צוועלף אַ זייגער, דער מאָמענט פון מיטאָג־צייט ווערט פון די פערשיעדענע אָבסערוואַטאָריעס טעלעגראַפיש געמעלדעט צו די אייזענבאַהן־סטאַנציעס, צו די טעלעגראַף און טעלעפאָן סטאַנציעס, צו די בערזע א. אז. וו. די פּינקטליכע צייט, לויט וועלכער די זייגערס דאַרפען אָנגעשטעלט ווערען.



ציינכנונג 30. אַ מערידיאַן צירקעל.

ביי אַנדערע דורכגאַנגס־טעלעסקאָפּען זיינען איינגעריכטעט אַזעלכע ווערטיקאַלע רונדע ציפער־בלעטער, וואָס זייער ראַנד איז איינגעטיילט אין גראַדען, מינוטען און סעקונדען. דיעזע ציפער־בלעטער בעוועגען זיך צוזאַמען מיט דעם ראָהר פון טעלעסקאָפּ און מען קען פון זיי אָבלעזען די אָבנייגונג פון אַ שטערען, ווען ער געהט דורך דעם מערידיאַן. אַזאַ טעלעסקאָפּ ווערט אָנגערופען **מערידיאַן צירקעל.**

די בעוועגונג פון דער ערד.

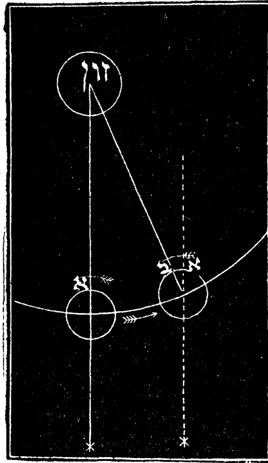
דרייצעהנטער קאַפּיטעל.

די דאָפּעלטע בעוועגונג פון דער ערד. — די בעוועגונגס־געשווינדיגקייט פון דער ערד. — ווי גרויס עס האָט געדאַרפט זיין די בעוועגונגס־געשווינדיגקייט פון דער זון, ווען זי וואָלט זיך געדרעהט ארום דער ערד. — וואָרים דוכט זיך אונז, אז די ערד שטעהט און די זון בעוועגט זיך. — בעוועגען זיך די שטערען אָדער שטעהען זיי אויף אַן אָרט?

די ערד האָט אַ דאָפּעלטע בעוועגונג, זי בעוועגט זיך ארום זיך אַליין, ווי אַ ראָד אויף זיין אַקס, און אין דערזועלביגער צייט בעוועגט זי זיך ארום דער זון. די ארומדרעהונג פון דער ערד ארום זיך אַליין, אדער ווי מען זאָגט עס, ארום איהר אייגענעם אקס, דויערט 24 שטונדען, אַ מעת לעת. די ארומדרעהונג פון דער ערד ארום דער זון דויערט 365 טעג, 6 שטונדען, 9 מינוטען און 9½ סעקונדען. אין דער ווירקליכקייט דרעהט זיך די ערד ארום איהר אקס אין 23 שטונדען 56 מינוטען און 4 סעקונדען. ווען מען זאָל בעטראַכטען די בעוועגונג פון דער ערד ארום איהר אקס אין פערבינדונג מיט אַ בעשטימטען פעסטען פונקט אין הימעל, לאָמיר זאָגען מיט אַן אונבעוועגליכען שטערען, דאַן וועט מען לויט אַ ריכטיגען זייגער אויסגעפינען, אז די ערד האָט זיך ארום געדרעהט ארום זיך אין אַ משך פון 23 שטונדען, 56 מינוטען און 4 סעקונדען. מען רופט עס אַ „שטערען מעת לעת.“ אין בעצוג צו דער זון אָבער איז דער מעת לעת אין וועלכען די ערד דרעהט זיך ארום איהר אקס 24 שטונדען. דער אונטערשייד אין די 3 מינוטען און 56 סעקונדען קומט דערפון, וואָס די ערד, דרעהענדיג זיך ארום איהר אקס, בעוועגט זיך אין דער זעלביגער צייט אויך ארום דער זון. עס איז דעריבער קלאָר, אז פון דעם פונקט, פון וועלכען מיר האָבען היינט מיטאָג־צייט געקוקט אויף דער זון, וועלען מיר מאָרגען מיטאָג־צייט ניט קענען קוקען. דער דאָזיגער פונקט האָט זיך אביסעל אוועקגע־

רוקט דורך די בעוועגונג פון דער ערד ארום דער זון, און אויף מאָר־גען מיטאָג־צייט וועלען מיר קוקען אויף דער זון פון אן אנדער־פונקט. ווען די ערד דארף קומען צו דעם זעלביגען פונקט, פון וועלכען מיר האָבען נעכטען מיטאָג־צייט געקוקט אויף דער זון, דארף זי זיך אריבערדרעהען ארום זיך אביסעל מעהר ווי איין מאָל. דער אונטערשיעד בעטרעפט 3 מינוטען און 56 סעקונדען.

אום דאָס קלערער צו פערשטעהן בעטראכט די פאָלגענדע צייכ־נונג:



ציכנונג 31. דער אונ־טערשיעד צווישען א זונען־טאָג און א שטערען־טאָג.

די צוויי קוגלען שטע־לען מיט זיך פאָר אין צוויי פּאָזי־ציעס דעם ערד־קוגעל ווי ער בע־וועגט זיך ארום דער זון. לאָמיר אננעהמען, אז דער פונקט פון ערד־קוגעל, לינקס, וואָס איז בע־צייכענט מיט'ן בוכשטאַב **א**, צייגט אונז די פּאָזיציע פון דער ערד אין מיטאָג־צייט היינט. ווען די ערד האָט זיך ארומגעדרעהט ארום זיך און אין דערזעלביגער צייט זיך בעוועגט אויף א געוויסער שטרעקע אין איהר וועג ארום דער זון, וועט דער פונקט **א**, אויף מאָרגען, נאָך א פולער ארומדרע־הונג פון דער ערד, זיך געפינען אין דער פּאָזיציע ווי עס איז אנגעגע־בען אין דעם קוגעל פון רעכטס.

אָבער דער פונקט **א** ווי ער שטעהט איצט, קומט ניט אויס פינקט־ליך אין מיטאָג־צייט פון דער זון. די ערד מוז זיך אביסעלע נאָך א דרעה טהאָן און דער פונקט **א** זאָל קומען אין פונקט **ב**, וואָס קומט ריכטיג אויס אין מיטאָג־צייט. אום צו פערענדיגען דיעזע ארום דרעהונג איז נויטיג 3 מינוטען מיט 4 סעקונדען.

עס איז אויסגערעכענט געווארען, אז די ערד איז אונגעפעהר 149 מיליאָן קילאָמעטער אָדער 93 מיליאָן מייל ווייט פון דער זון. דער קרייז־וועג, וואָס די ערד מאכט ארום דער זון איז אונגעפעהר

549 מיליאָן קילאָמעטער. דורכלויפענדיג דיזען לאַנגען וועג אין 365 טעג, 6 שטונדען, 9 מינוטען און 9½ סעקונדען, קומט אויס, אז די ערד בעוועגט זיך אַרום דער זון מיט אַ געשווינדיגקייט פון 160 טויזענד קילאָמעטער אין אַ שטונדע אָדער אונגעפעהר 2,700 קילאָמעטער אין אַ מינוט.

שטעלט זיך איצט פאָר ווי גרויס עס האָט געדאַרפט זיין די גע־שווינדיגקייט פון דער זון, ווען זי וואָלט זיך געדרעהט אַרום דער ערד, ווי מען האָט אמאָל געגלויבט. לויט דעם אַמאָליגען גלויבען, אז די ערד איז דער צענטער פון דער וועלט און אז די זון, די פּלאַנעטען און אַלע אנדערע שטערען דרעהען זיך אַרום דער ערד, האָט מען אויך געמוזט גלויבען, אז די זון און די שטערען דרעהען זיך אַרום דער ערד אין 24 שטונדען. ווייל מען זעהט דאָך, ווי יעדער מאָרגען געהט אויף די זון אין מזרח זייט, לאָזט זיך אַראָב אין אָווענד אין מערב זייט און געהט דעם מאָרגען ווידער אויף אין מזרח זייט. די זון, הייסט עס, האָט אין אַ משך פון 24 שטונדען געדאַרפט דורכלויפען דעם וועג פון 549 מיליאָן קילאָמעטער, דאָס מאַכט אויס אונגעפעהר 38 מיליאָן מיט 720 טויזענד קילאָמע־טער אין אַ שטונדע, אָדער 9,000 קילאָמעטער אין אַ סעקונדע! דאָס איז אַ געשווינדיגקייט, וואָס אונזער פאָרשטעלונגס־קראַפט קען עס אפילו ניט בעגרייפען. און צוליעב וועלכען צוועק דאַרף מען אָט די דאָזיגע אונבעגרייפליכע געשווינדיגקייט? — כדי די ריעזיגע זון זאָל זיך קענען דרעהען אַרום דער ערד, וואָס איז אין פערגלייך מיט דער זון אַ קליין קייקעלע. דער דיאַמעטער, אָדער דורכמאָס, פון דער זון איז 180 מאָל גרעסער ווי פון דער ערד, און פון דעם זונען־קוגעל קען מען אויסמאַכען מעהר ווי 324 טויזענד ערדקוגלען.

נאָך אונבעגרייפליכער פאַר'ן שכל איז עס ווי אזוי די אַנדערע שטערען (פיקס־שטערען) קענען זיך דרעהען אַרום דער ערד, ווי מען האָט עס אַמאָל געגלויבט. די שטערען, וועלכע מיר זעהען אין הימעל־געוועלב, ווי קליינע דימענטלעך, זיינען גרויסע זונען, די מייסטע פיעל גרעסער ווי אונזער זון. זיי זעהען אויס אזוי קליין צוליעב זייער גרויסער ווייטקייט. אַנדערע זיינען אזוי ווייט פון אונז, אז דער מהלך זייערער איז אונז אפילו שווער אויסצודריקען אין צאָהלען. דער נעהנטסטער פיקס־שטערען צו דער ערד, דער „אַלפאַ צענטאַורי", ווי מען האָט איהם אַ נאָמען געגעבען, איז 275

טויזענד מאָל אזוי ווייט פון אונז, ווי די זון. ווען אַט דיעזער שטערען וואָלט זיך געדארפט דרעהען ארום דער ערד וואָלט ער, הייסט עס, געדארפט מאכען א 275 טויזענד מאָל לענגערען וועג ווי פון דער זון, לויט'ן חשבון קומט עס אויס, אז ער האָט געדארפט לויפען אן ערך 2 ביליאָן און 475 מיליאָן קילאָמעטער אין א סעקונדע! פראָבירט זיך פאָרשטעלען אזא מין געשווינדיגקייט!

און דאָס איז שוין דער נעהנטסטער שטערען. ווי גרויס דארף זיין די געשווינדיגקייט פון די ווייטערע שטערען, פון די וועלכע זיינען פון דער ערד א מיליאָן מאָל אזוי ווייט, ווי די זון? זיי וועלען דארפען לויפען הונדערטע ביליאָנען קילאָמעטער אין א סעקונדע. און צוליעב וואָס? — כדי זיי זאָלען זיך קענען דרעהען ארום דער ערד, וואס איז א קליין פינטעלע אין פערגלייך מיט זייער גרויס. עפּעס אזוינס לעגט זיך בשום אופן ניט אויפ'ן שכל. פון דיעזע בעטראכטונגען אליין האָט מען שוין געמוזט קומען צום געדאנק, אז ניט די זון דרעהט זיך ארום דער ערד, נאָר, אז עס איז פיעל שכל'דיגער, אז די ערד זאָל זיך דרעהען ארום דער זון.

נאָר אויב די ערד דרעהט זיך ארום דער זון, טאָ ווי קומט עס, אז אונזערע אויגען זעהען גראָד דעם היפוך? זעהען מיר דען ניט יעדען מאָרגען ווי די זון געהט אויף פון מזרח זייט און בעוועגט זיך אַלץ העכער אויפ'ן הימעל צו מערב זייט ביז זי געהט אין אָווענד אונטער?

דאָס איז אמת. אָבער אונזער אויג נאַרט אונז זעהר אָפט. אַט ווען איהר פאָהרט מיט אַ שנעלען אייזענבאהן צוג און איהר קוקט דורכ'ן פענסטער פון וואגאָן דוכט זיך אייך אָב, אז ניט דער אייזענבאהן־צוג לויפט, נאָר אז עס לויפען די בוימער, די טעלעגראַף־סלופּעס און אז די גאַנצע ערד ארום לויפט. איהר ווייסט אָבער זיכער, אז די בוימער און די טעלעגראַף־סלופּעס שטעהען אויף אָן אָרט, און אַז עס לויפט ניט קיין אַנדערער, ווי דער אייזענבאהן־צוג אין וועלכען איהר פאָהרט. דאָס אויג אייערס האָט אייך בלויז אָבגענאַרט. דאָסזעלבע איז מיט דער ערד און מיט דער זון. די ערד לויפט מיט אַ געוואלדיגע געשווינדיגקייט ארום דער זון, און אונז דאכט זיך, אז די ערד שטעהט און די זון בעוועגט זיך. און טאקע פון דעם גופא האָבען מיר א שטארקע ראיה, אז די ערד בעוועגט זיך. וויסענדיג פון אונזער ערפאהרונג, אז דאָס אויג אונ־

זערם נאָרט אונז, אַז עס גיט אונז אַ פּערקעהרטען איינדרוק פון דער בעוועגונג, ווען מיר פאָהרען, למשל, אין אַן אייזענבאַהן־צוג, וואו עס שיינט אונז, אַז דער אייזענבאַהן־צוג שטעהט אויף אַן אָרט און עס לויפען גאָר די בוימער, די טעלעגראַף־סלופּעס און די גאַנצע לאַנדשאַפט, פערשטעהען מיר אויך, אַז דאָס אויג נאַרט אונז אין בעצוג דער בעוועגונג פון דער זון. ווען אונז דאַכט זיך, אַז די ערד שטעהט און די זון בעוועגט זיך, פערשטעהען מיר, אַז עס איז גאָר דער היפּוך.

און ווייסען מיר שוין, אַז די ערד דרעהט זיך ארום דער זון, דאַן איז שוין זעלבסטפערשטענדליך, אַז די ערד מוז זיך אויך דרע־הען ארום זיך, ווי אַ ראָד ארום זיין אקס, וואָרום אז ניט וואָלט דאָך בלויז איין זייט פון דער ערד אימער זיין בעלויכטען פון דער זון און דער צווייטער זייט גאָר ניט. אויף איין זייט פון דער ערד וואָלט אימער זיין טאָג און אויף דער צווייטער זייט אימער נאַכט.

נאָר אויסער דיעזען בעווייז, וואָס דער שכל זאָגט אונז גלייך אונטער, זיינען אויך פאַראַן אַנדערע בעווייזע, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום זיך.

עס איז בעוויזען געוואָרען, אַז די געוויכט פון זאַכען איז פערשיעדען אין פערשיעדענע ערטער פון דעם ערד־קוגעל. אַ שטיק אייזען, למשל, וואָס וועגט אויף דעם עקוואַטאָר (מיטעל קרייז פון דער ערד) אַ פונט, וועט עטליכע גראַדען ווייטער פון עקוואַטאָר וועגען אביסעל מעהר ווי אַ פונט. פון וואַנען קומט דער אונטער־שיעד? — דאָס קען בלויז ערקלערט ווערען מיט דעם, וואָס די ערד דרעהט זיך אַרום זיך.

עס איז אַ בעוואוסטער כלל אין פיזיק, אַז ווען אַ געגענשטאַנד דרעהט זיך אין דער רונד האָבען זיינע טיילען דאָס בעשטרעבען זיך אָוועקצורייסען אָדער אָוועקצופליהען פון דעם צענטער (מי־טען־פונקט), ארום וועלכען ער דרעהט זיך, און וואָס שנעלער עס איז די בעוועגונג אַלץ שטאַרקער איז די דאָזיגע שטרעבונג. די דאָזיגע ערשיינונג ווערט אָנגערופען צענטריפוגאַל קראַפט, ווי עס איז שוין אָנגעוויזען געוואָרען אין אַ פריהערדיגען קאַפּיטעל.

ווען מיר נעהמען אָן, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום זיך, דאַרף אויך ביי איהר בעמערקט ווערען די ווירקונג פון דער צענטריפוגאַל קראַפט. אין אַ פריהערדיגען קאַפּיטעל איז אָנגעוויזען געוואָרען, אַז

דאָס וואָס דער ערד־קוגעל איז ביי זיינע פּאָלען אביסעל פּלאַטשיג איז פעראורזאכט געוואָרען פון דער צענטריפוגאַל קראַפט. ווען די ערד־מאַסע איז נאָך ניט געווען אין גאַנצען פערגליווערט און האַרט האָבען זיך דורך די צענטריפוגאַל קראַפט, וואָס איז געשאַפען געוואָרען דורך דאָס דרעהען זיך פון דעם ערד־קוגעל, די ערד־מאַסען אין מיטעל־קרייז פון דער ערד שטאַרקער זיך געריסען פון צענטער, ווי די ערד־מאַסען ביי די פּאָלען (ענד־פּונקטען), ווייל די געשווינדיגקייט פון דער ערד איז אין מיטעל־קרייז פיעל גרעסער, ווי ביי די פּאָלען, און וואָס גרעסער די געשווינדיגקייט, אַלץ גרעסער די צענטריפוגאַל קראַפט. און אָט צוליעב דער דאָזיגער שטרעבונג פון די ערד־מאַסען זיך אָבצורייסען פון צענטער דורך די צענטריפוגאַל קראַפט האָט זיך דער ערד־קוגעל אין זיין מיטעל־קרייז מעהר אויסגערונדעט, זיך מעהר אויסגעצויגען איידער ביי די פּאָלען. די ערד־מאַסען פון די פּאָלען האָבען זיך געצויגען מעהר צו דעם מיטעל־קרייז און דעריבער איז דער ערד־קוגעל ביי די פּאָלען געבליבען אביסעל פּלאַטשיג אָדער פלאַך.

נאָר וואָרום איז די געשווינדיגקייט פון דער ערד אין איהר מיטעל־קרייז (עקוואַטאָר) גרעסער, ווי ביי די פּאָלען (ענד־פּונקטען)? — דאָס קען מען זיך גאַנץ איינפאַך ערקלערען. ווען מען צושניידט דעם ערד־קוגעל אין פּעניצעס, אָדער מוציא׳ס, וועט דער מיטען פון דער ערד זיין די גרעסערע מוציא, וואָס ווייטער פון מיטען ווערען די מוציא׳ס אַלץ קלענער. אָדער שטעלט זיך פאָר דער ערד־קוגעל איינגעטיילט אין קרייז־ליניען. די גרעסטע קרייז־ליניע וועט זיין אין מיטען, וואָס ווייטער פון מיטען ווערען די קרייז־ליניען אַלץ קלענער און קלענער ביז די לעצטע קרייז־ליניע, וועלכע פערלויפט זיך אין א פּונקט. וואָס גרעסער דער קרייז אַלץ שנעלער איז די בעוועגונג און וואָס קלענער דער קרייז אַלץ לאַנגזאַמער די בעוועגונג. שטעלט זיך פאָר א קוגעל, וואָס זיין מיטעלסטע קרייז־ליניע איז א מייל אין אומפאַנג און דיעזער קוגעל דרעהט זיך אַרום אין א מינוט צייט. שטעלט זיך איצט פאָר, אַז איהר זיצט אויף דעם דאָזיגען מיטעל־קרייז פון דעם זיך בעוועגענדען קוגעל און דרעהט זיך מיט. וואס וועט זיין די געשווינדיגקייט, מיט וועלכער איהר וועט זיך דרעהען? עס איז קלאָר, אַז די געשווינדיגקייט וועט זיין אַ מייל א מינוט, און דערפון פערשטעהט

איהר, אז די געשווינדיגקייט פון דער מיטעלסטער קרייז־ליניע איז א מייל אין א מינוט. איצט נעהמט א צווייטע קרייז־ליניע א רעכט שטיק ווייט פון דער מיטעלער קרייז־ליניע. די דאָזיגע קרייז־ליניע איז שוין פיעל קלענער, לאָמיר נעהמען אזעלכע, וואס איהר אומפאנג איז בלויז א האלב מייל. די געשווינדיגקייט פון דיעזער קרייז־ליניע וועט, אלזאָ, בלויז זיין א האלב מייל אין א מינוט. נעהמט א ווייטערדיגע קרייז־ליניע, וואס איהר אומפאנג איז בלויז א פיערטעל מייל, אויף דיעזער קרייז־ליניע וועט שוין די געשווינדיגקייט זיין בלויז א פיערטעל מייל אין א מינוט. אויף אזא אופן קומט עס אויס, אז וואָס ווייטער די קרייזען ווערען קלענער איז זייער געשווינדיגקייט אלץ א קלענערע ביז עס קומט צו דעם קלענסטען קרייז, וועלכער לויפט זיך צוזאמען אין א פונקט, וואו די בעוועגונג הערט אין גאנצען אויף. די געשווינדיגקייט פון דער ערד איז, אלזאָ, אמגרעסטען אין איהר מיטעל־קרייז (עקוואטאָר) און וואָס נעהנטער צו די פאָלען ווערט די געשווינדיגקייט אלץ קלענער, ביז זי פערשווינדט אין גאנצען אין די פאָלען.

די געשווינדיגקייט פון דער ערד אויף דעם עקוואטאָר איז 464 מעטער אָדער אן ערך 15 הונדערט פוס אין א סעקונדע. דאָס מיינט, אז יעדער פונקט אויפ׳ן עקוואטאָר דרעהט זיך מיט דער געשווינדיגקייט פון גאַהנט 28 קילאָמעטער (27 קילאָמעטער 840 מעטער) אין א מינוט. וואָס ווייטער אָבער פון עקוואטאָר איז די געשווינדיגקייט א קלענערע. 50 גראד פון עקוואטאָר, למשל, איז די געשווינדיגקייט שוין בלויז 298 מעטער אָדער 964 פוס אין א סעקונדע.

לויט דעם פיזיקאלישען געזעץ פון צענטריפוגאל־קראפט, האָבען די אלע געגענשטענדע, וואָס געפינען זיך אויף דער ערד געדארפט אָבפליהען אָדער אָבריסען זיך פון איהר. אָבער געגען דער צענטריפוגאל־קראפט ווירקט די צוציהונגס־קראפט פון דער ערד, וועלכע געפינט זיך אין צענטער פון דעם ערד־קוגעל. און די צוציהונג־קראפט פון דער ערד איז פיעל שטארקער, ווי די צענטריפוגאל־קראפט. ווען די געשווינדיגקייט פון דער ערד־בעוועגונג וואָלט געווען אן ערך 17 מאָל גרעסער ווי זי איז איצט, דאָס הייסט, אז אנשטאָט זיך ארום צו דרעהען ארום איהר אקס אין 24 שעה וואָלט די ערד זיך ארומגעדרעהט אין 1 שעה מיט 24 מינוטען, דאן וואָלט

אויף דעם עקוואַטאָר די צענטריפוגאַל־קראַפט און די צוציהונגס־קראַפט געווען גלייך. קערפּער אָדער געגענשטענדע וואָלטען ניט גע־האט קיין שום געוויכט און וואָלטען ארומגעשוועבט אויף דער ערד. און ווען די געשווינדיגקייט פון ערד־קוגעל וואָלט געווען נאָך גרע־סער, דאַן וואָלט שוין די צענטריפוגאַל־קראַפט געווען שטאַרקער ווי די צוציהונגס־קראַפט און אַלע זאכען, וועלכע זיינען ניט שטאַרק בעפעסטיגט צו דער ערד וואָלטען פון איהר אָבגעשליידערט גע־וואָרען. ווייסען מיר אָבער שוין, אַז די צענטריפוגאַל־קראַפט איז ניט איבעראַל גלייך אויף די ערד. אין דעם מיטעל־קרייז פון דער ערד, וואו די געשווינדיגקייט איז א גרעסערע, איז אויך די צענטריפוגאַל־קראַפט א גרעסערע, און נעהנטער צו די פּאָלען, וואו די געשווינדיגקייט איז א קלענערע איז אויך די צענטריפוגאַל קראַפט א קלענערע. די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד איז אָבער איבע־ראַל א גלייכע, ווייל דער קוואַל פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד געפינט זיך אין איהר צענטער און זי פערטיילט זיך גלייך אויף דעם גאַנצען שטח פון דער ערד (אויסער ביי די פּאָלען, וואו די ערד איז א ביסעל פלאַטשיג, איז די צוציהונגס־קראַפט אביסעל גרעסער, ווייל צוליעב דער פלאַטשיגקייט געפינען זיך די פּאָלען אביסעל נעהנטער צום צענטער, צו דעם קוואַל פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד). אזוי ווי אָבער די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד דאַרף בייקומען די צענטריפוגאַל־קראַפט, וואָס ווירקט געגען איהר מוז אויף דער מיטעל־קרייז פון דער ערד, וואו די צענ־טריפוגאַל־קראַפט איז אַמשטאַרקסטען, פערשוועדנדעט ווערען א גרע־סערער טייל פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד איהר בייצו־קומען און דעריבער ווערט די צוציהונגס־קראַפט וואָס ווירקט אויף דעם מיטעל־קרייז פון דער ערד מעהר אָבגעשוואַכט, ווי די צוצי־הונגס־קראַפט, וואָס ווירקט ווייטער פון מיטעל־קרייז, נעהנטער צו די פּאָלען צו, וואו די צענטריפוגאַל־קראַפט איז קלענער. אויף דעם אופן קומט עס אויס, אַז וואָס ווייטער פון עקוואַטאָר איז די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד שטאַרקער, און דעריבער וועט א שטיק אייזען, וואָס וועגט א פונט אויף'ן עקוואַטאָר, וועגען מעהר ווי א פונט, ווען עס ווערט זיך געפינען אויף א מהלך ווייטער פון עקוואַ־טאָר און נעהנטער צו די פּאָלען, ווייל די שווערקייט פון זאכען דריקט זיך בלויז אויס דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד.

די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון אין דער ריכטונג פון מערב צו מזרח. אין דערזעלביגער ריכטונג דרעהען זיך אויך די אַלע אַנדערע פּלאַנעטען אַרום דער זון. יעדער פּלאַנעט האָט פּונקט אַזוי ווי די ערד אַ דאָפּעלטע בעוועגונג — איינע אַרום זיך אַליין און די צווייטע אַרום דער זון. די צייט, וואָס נעהמט יעדען פּלאַנעט זיך אַרומצודרעהען אַרום זיך, אָדער אַרום דער זון, איז פערשיעדען.

דער פּלאַנעט מערקור דרעהט זיך אַרום זיך אַרום אין 24 שטונדען מיט 5 מינוטען, און אַרום דער זון אין 88 טעג. ווענוס — אַרום זיך אין 23 שטונדען מיט 21 מינוטען, און אַרום דער זון אין 226 טעג. די ערד — אַרום זיך אין 23 שטונדען, 56 מינוטען מיט 4 סעקונדען, און אַרום דער זון אין 365 טעג, 6 שטונדען, 9 מינוטען מיט 9½ סעקונדען. מאַרס — אַרום זיך אין 24 שטונדען, 37 מינוטען מיט 23 סעקונדען, און אַרום דער זון אין אַ יאָהר מיט 321 טעג. יופּיטער — אַרום זיך אין 9 שטונדען, 55 מינוטען מיט 26 סעקונדען, און אַרום דער זון אין 11 יאָהר מיט 313 טעג. סאַטורן — אַרום זיך אין 10 שטונדען, 29 מינוטען מיט 17 סעקונדען, און אַרום דער זון אין 28 יאָהר מיט 167 טעג. אוראַנוס — אַרום זיך אין 9 שטונדען מיט 30 מינוטען, און אַרום דער זון איז 84 יאָהר מיט 7 טעג. נעפּטון האָט דעם לענגסטען וועג. עס דויערט איהם 164 יאָהר מיט 284 טעג איידער ער דרעהט זיך אַרום דער זון. וויפיעל עס נעהמט איהם אַרומצודרעהען זיך אַרום זיך אַליין איז נאָך ניט פעסטגעשטעלט געוואָרען.

וואָס ווייטער אַ פּלאַנעט געפינט זיך פון דער זון אַלץ גרעסער איז דער קרייז, וואָס ער דאַרף מאַכען אַרום דער זון און אַלץ לאַנגזאַמער בעוועגט ער זיך. די בעוועגונג פון די פּלאַנעטען אַרום דער זון ווערט בעאיינפלוסט פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער זון. וואָס נעהנטער אַ פּלאַנעט איז צו דער זון, אַלץ שטאַרקער ווירקט אויף איהם די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון און ער בעוועגט זיך דעריבער שנעלער פון אַזעלכען, וואָס געפינט זיך ווייטער פון דער זון און אויף וועלכען די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון ווירקט שוואַכער.

דורך דעם וואָס די ערד בעוועגט זיך בעקומט אונזער אויג דעם איינדרוק, אַז די שטערען אין הימעל בעוועגען זיך. ווען מען קוקט אויף דעם הימעל אין אַ העלע נאַכט, זעהט מען ווי די שטע־

רען האַלטען זיך אין איין בעוועגען. די שטערען וואָס געפינען זיך ביים זוים הימעל (האָריזאָנט) אין מזרח זייט, בעוועגען זיך אַרויף צו אין הימעל געוועלב, אין דער ריכטונג צו מערב זייט. און וואָס מעהר מען קוקט, אַלץ מעהר שטערען זעהט מען אויפגעהן פון מזרח זייט, ווי זיי רוקען זיך אַרויס פון דעם זוים פון הימעל און שטייגען אַלץ העכער אויף דעם הימעלס־געוועלב אין דער ריכטונג צו מערב זייט. דיעזע בעוועגונג פון די שטערען קומט פאָר ביי־טאָג אזוי ווי ביי נאַכט, נאָר ביי טאָג קענען מיר די שטערען ניט זעהן צוליעב דער ליכטיגקייט פון דער זון. ווען מען בעטראַכט די זיך בעוועגענדע שטערען אויף דעם הימעל־געוועלב אַ לענגערע צייט קען מען בעמערקען, אז ניט קוקענדיג אויף דעם וואָס די שטע־רען בעוועגען זיך, ענדערט זיך אָבער דאָך ניט די לאַגע פון איין שטערען צום צווייטען. עס קומט אויס ווי דער הימעל־געוועלב וואָלט זיך בעוועגען און מיט זיך מיטנעהמען די שטערען. דיע־זע בעוועגונג איז אָבער בלויז אַ שיינבארע, דאָס נאַרט אונז בלויז אונזער אויג. די שטערען מיט דעם הימעל געוועלב שטעהען אויף אַן אָרט נאָר ווייל אונזער ערד דרעהט זיך אַרום זיך אין דער ריכ־טונג פון מערב צו מזרח, דוכט זיך אונז, אז די ערד שטעהט און אז די שטערען אָדער דער הימעל־געוועלב בעוועגט זיך אין דער ריכטונג פון מזרח צו מערב. דאָס איז פונקט ווי זיצענדיג אין אַ שנעל־לויפענדען אייזענבאַהן־צוג, וואָס לויפט אין דער ריכטונג פון מערב צו מזרח, האָבען מיר דעם איינדרוק, אז דער צוג שטעהט אויף אַן אָרט און די בוימער מיט דער גאַנצער לאַנדשאַפט לויפען אין דער ריכטונג פון מזרח צו מערב.

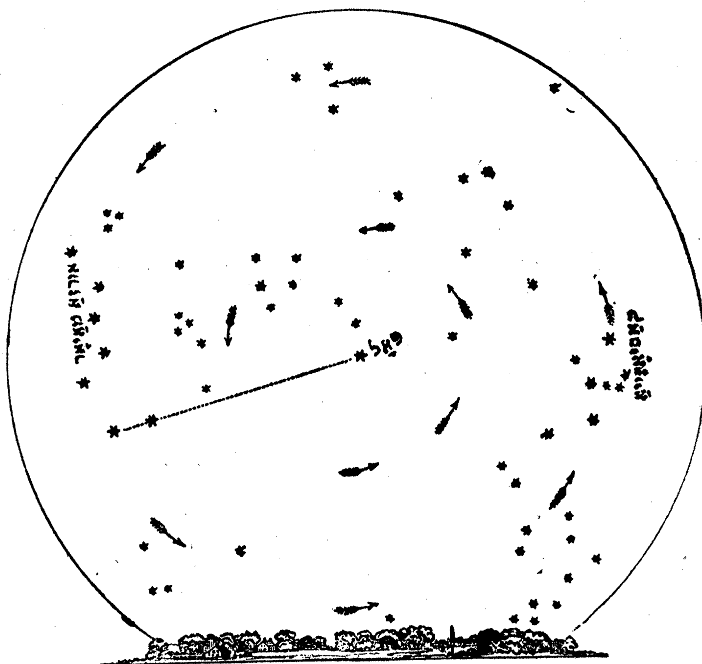
ווען מען בעטראַכט די שטערען אין הימעל עטליכע נעכט נאָכ־אַנאַנד בעמערקט מען נאָך עטוואָס. מען זעהט נעמליך, אז די שטערען, וועלכע האָבען זיך איינגעפונען מיט אַ פּאָר טעג צוריק אין אַ געוויסע שטונדע ניט ווייט פון זוים פון הימעל, געפינען זיך איצט אין דער זעלביגער שטונדע אַ ביסעל העכער פון זייער פריהער־דיגען פּלאַץ. ווען איהר וועט, למשל, זונטאג 8 אוהר אין אָווענד זיך איינצייכענען דעם פּלאַץ, וואו אַ געוויסער שטערען געפינט זיך אין דעם מאָמענט, לאָמיר זאָגען, אז פונקט 8 אוהר זונטאג האָט זיך אייער אויסגעוועהלטער שטערען געפונען ביים סאַמע האָ־ריזאָנט אין מזרח זייט, ער האָט זיך אָקאָרשט ערשט אַרויסגערוקט

פון אונטער דעם זוים פון הימעל, דאַן וועט איהר מאָנטאג פונקט 8 אוהר אין אָוונד בעמערקען, אז דער זעלביגער שטערען איז שוין ניט ביים סאמע האָריזאָנט נאָר א ביסעלע העכער. דיענסטאָג 8 אוהר וועט איהר איהם געפינען נאָך אביסעלע העכער. אָדער ווען איהר וועט זיך איינצייכענען אין א געוויסען שטערען אויף דעם מערב האָריזאָנט, דאָס הייסט, א שטערען וואָס האלט ביים אונ־טערגעהן, לאָמיר זאָגען, אז זונטאג 10 אוהר אין אָוונד האָט איהר אייער אויסגעוועהלטען שטערען געזעהן א רעכט שטיקעל פון מערב האָריזאָנט, דאַן וועט איהר מאָנטאג 10 אוהר איהם שוין זעהן אביסעל נעהנטער צום האָריזאָנט און ווען איהר וועט קומען שבת 10 אוהר וועט איהר איהם שוין מעהר גאָר ניט זעהן. ווען איהר ווילט זיך איינצייכענען דעם דאטום, ווען איהר האָט אייערע בעאָבאכטונגען געמאכט, און איהר וועט אין א יאָהר ארום אין דער־זעלביגער צייט ווידער פראָבירען מאכען אייערע בעאָבאכטונגען, וועט איהר אויסגעפינען, אז דעם שטערען, וואָס איהר האָט, למשל, געזעהן אין יאָהר 1917 דעם 25טען אויגוסט 8 אוהר אין אָוונד אויף א געוויסען פלאַץ אין הימעל ניט ווייט פון האָריזאָנט, גע־פינט זיך אין יאָהר 1918 דעם 25טען אויגוסט 8 אוהר אין אָוונד ווידער אויף דעמזעלבען פלאַץ, און ווען איהר וועט קומען אויף מאָרגען 8 אוהר איהם זעהן, וועט איהר איהם ווידער געפינען אבי־סעלע העכער, ווי דאָס איז געווען דער פאַל פאַר א יאָהרען.

אָבער אויך דאָ נאַרען מיר זיך. די שטערען האָבען זיך ניט אוועקגערוקט פון זייערע ערטער. אוועקגערוקט פון איהר אָרט האָט זיך גאָר די ערד, אין איהר יעהרליכער בעוועגונג ארום דער זון. דאָס אָברוקען זיך פון די שטערען איז בלויז א שיינבארע, ניט קייןווירקליכע. די שטערען בלייבען שטעהן אויף זייערע ערטער, אָבער אזוי ווי אונזער ערד רוקט זיך יעדען טאָג אָב א שטיקעל פון איהר אָרט אין דער ריכטונג פון מערב צו מזרח אין איהר וועג ארום דער זון, דוכט זיך אונז, אז די שטערען האָבען זיך אָבגערוקט פון זייערע ערטער.

נאָר דיעזע ערשיינונג פון דער שיינבארער בעוועגונג פון די שטערען קען מען ניט זעהן אויף דעם גאַנצען הימעל־געוועלב. אין די ווייטע צפון׳דיגע און דרום׳דיגע געגענדען פון הימעל־געוועלב זעהט מען ניט ווי די שטערען בעוועגען זיך. זיי ערשיינען אימער

אויף דעמזעלבינען אָרט. דאָס איז צוליעב דעם, וואָס דער נאָרד־פּאָל און דער זיד־פּאָל פון דער ערד בלייבען אימער אין זייער בע־שטענדיגע פּאָזיציע. אויב מען נעהמט ניט אין אנבעטראכט די ספּעציעלע אומדרעהונג פון דער ערד ארום זיך אין א משך פון 26 טויזענד יאָהר, ווי עס וועט שפּעטער ערקלערט ווערען.



ציכנונג 28. די וויכטיגסטע שטערען אויף דעם נאָרדליכען הימעל.

אין דעם ווייטען צפון'דיגען געגענד פון הימעל געפינט זיך א גרופּע פון שטערען, וועלכע מען קען זעהן אימער אויף דעם זעל־ביגען אָרט. דיעזע שטערען־גרופּע בעשטעהט פון 7 זעהר העל בלישטשענדע שטערען, פון וועלכע 4 זיינען אויסגעשטעלט אין אן אונרעגעלמעסיגען פיער־עק און דריי אין א ביסעל קרומליכע שורה. דיעזע שטערען־גרופּע ווערט אין דער אסטראָנאָמיע אָנגערופען דער

„גרויסער בער“ (אורזא מאַיאָר). ווייטער צו צפון, אין סאַמע נאָרד פּאָל פון הימעל, געפינט זיך אַן איינצעלנער שטערען, וועלכען מען רופט „פּאָל־שטערען“.

אויף דער צייכנונג 32 קען מען זעהן דעם פּאָל־שטערען אין מיטען, לינקס פון איהם די שטערען־גרופּע „אורזא מאַיאָר“ (דער גרויסער בער) און רעכטס פון איהם די שטערען־גרופּע „קאַסיאָפּעאַ“.

עס איז נויטיג צו בעמערקען, אַז אַלעס וואָס מיר האָבען אין דעם קאַפּיטעל גערעדט וועגען דעם, אַז דאָס אויג נאַרט אונז, ווען מיר זעהן, אַז די שטערען בעוועגען זיך, וועהרענד באמת שטעהען זיי אויף אַן אָרט, בעציהט זיך בלויז אויף דער ש י י נ ב א ר ע בעוועגונג פון די שטערען. די בעוועגונג, וועלכע אונז דוכט זיך איז ווירקליך ניט קיין אמת׳ע, אָבער דערמיט איז ניט געמיינט צו זאָגען, אַז די שטערען שטעהען ווירקליך אויף אַן אָרט. אין דער ווירקליכקייט בעוועגען זיך די שטערען, ווי עס וועט ערקלערט ווערען אין דעם קאַפּיטעל „פיקס־שטערען“, אָבער גראָד די ווירק־ליכע לאַגע פון די שטערען זעהען מיר זעהר וועניג. ערשט נאָך לאַנגע פאָרשונגען האָט מען אויסגעפונען, אַז די שטערען בעוועגען זיך. דאָס איז גאַנץ זאָנדערבאַר. די בעוועגונג פון די שטערען, וואָס מיר זעהען איז אין דער ווירקליכקייט קיין בעוועגונג ניט, וועה־רענד די ווירקליכע בעוועגונג פון די שטערען זעהען מיר ניט.

די שיינבאַרע בעוועגונג פון דער זון.

פיערצעהנטער קאַפּיטעל.

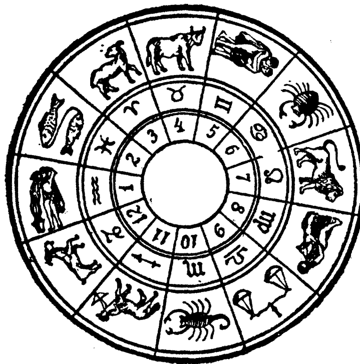
וואָרום מען רעדט נאָך אימער וועגען דער בעוועגונג פון דער זון. — די צוועלף מזלות אָדער טיער־קרייז (זאָדיאַק). — וואָרום דוכט זיך, אַז די צוועלף מזלות פעררוקען זיך פון זייערע ערטער. — די אָבנייגונג פון די ערד־פּאָלען. — די 26 טויזענד יעהריגע אומדרעהונג פון דער ערד. — דער עקליפּטיק. — די נאָדען אָדער גלייך־נאַכט פּונקטען. — דער נייגונגס־ווינקעל פון עקליפּטיק.

ניט קוקענדיג אויף דעם, וואס מיר ווייסען שוין, אַז ניט די זון בעוועגט זיך, נאָר די ערד, זיינען מיר דאָך איינגעוועהנט צו ריידען וועגען דער בעוועגונג פון דער זון. מיר זאָגען, אַז די זון געהט אויף און די זון געהט אונטער אַנשטאָט צו זאָגען די ערד געהט אויף אָדער די ערד געהט אונטער. דאָס איז גאַנץ נאַטירליך. די שפּראַך איז געבליבען ביים מענשען דיזעלבע. ער האָט זי ניט געביטען, ווייל אַ שפּראַך איז שווער צו בייטען. די שפּראַך דריקט אויס דאָס, וואָס דאָס אויג זעהט, און אונזער אויג זעהט נאָך אַלץ, אַז די זון בעוועגט זיך, הגם מיר ווייסען שוין איצט, אַז אונזער אויג נאַרט אונז.

און אזוי ווי מיר זיינען געוועהנט צו ריידען אין אונזער שפּראַך, אַז די זון בעוועגט זיך און אזוי ווי אונזער אויג „גלויבט" נאָך אַלץ, אַז די זון בעוועגט זיך ווירקליך, איז עס דעריבער זאָגאַר אָנגענומען אין דער וויסענשאַפט אָפט צו געברויכען אויסדריקע וועגען דער בעוועגונג פון דער זון. געברויכענדיג די אָנגענומענע אויסדריקע פון דער שפּראַך זיינען אויך געוויסע ערשיינונגען לייכטער צו ערקלערען, אַז מען זאָל זיי בעסער פערשטעהן. עס איז איינפאַך בעקוועמער. מען דאַרף אָבער אויף איין מינוט ניט פערגעסען, אז ווען עס רעדט זיך וועגען דער בעוועגונג פון דער זון, מיינט עס אין דער ווירקליכקייט די בעוועגונג פון דער ערד.

די פערצייטיגע אסטראָנאָמען, וועלכע האָבען געגלויבט, אז

די זון בעווענט זיך אַרום דער ערד, האָבען בעשטימט דעם קרייז־וועג פון דער זון דורך 12 שטערען־גרופּען. זיי האָבען זיך איינ־געצייכענט, אַז יעדען מאָנאַט פון יאָהר געפינט זיך די זון ביי אַן אַנדער שטערען־גרופּע. זיי האָבען דעריבער איינגעטיילט דעם קרייז־וועג פון דער זון אין 12 טיילען, צו 30 גראַד אַ טייל (אַ קרייז ווערט געטיילט אין 360 גראַד) און יעדע שטערען־גרופּע, וועלכע די זון געהט פערביי יעדען מאָנאַט, האָבען זיי בעצייכענט מיט דעם נאָמען פון אַ פיגור, וועלכע עס האָט זיך זיי אויסגע־דוכט אין זייער פאַנטאַזיע, אַז זיי זעהען אין דער שטערען־גרופּע.


ציי‌כנונג 33. די צייכענס פון טיער־קרייז (זאָדיאַק).

די שטערען־גרופּע, וועלכע די זון געהט פערביי אין אַפּריל, האָבען זיי אַ נאָמען געגעבען באַראַן (טלה), די צווייטע שטערען־גרופּע, וועלכע די זון געהט פערביי אין מאַי, האָ־בען זיי אַ נאָמען געגעבען אָקס (שור), די דריטע — צווילינג (תאומים), די פיער־טע — קרעבס (סטרן), די פינפטע — לייב (אריה), די זעקסטע—יונג־פרוי (בתולה), די זיבעטע — וואָגשאָל (מאזנים), די אַכטע—סקאָר־פּיאָן (עקרב), די ניינטע — בויגען־שיסער (קשת), צעהנ־טע — שטיינבאָק (גדי), די עלפטע — וואַסערמאַן (דלי), די צוועלפטע — פיש (דגים). דיעזע נעמען מיט אַבצייכנונגען האָ־בען פיעלע געווים בעמערקט אין אַ לוח אָדער אַ קאַלענדאַר אויף די בלעטלעך פון יעדען מאָנאַט. ביי אידען רופט מען זיי די צוועלף מזלות. די לאַטיינישע נעמען פון די מזלות זיינען: אַריעס (טלה), טאַורוס (שור), געמיני (תאומים), קאַנסער (סרטן), לעאָ (אריה), ווירגאַ (בתולה), ליבראַ (מאזנים), סקאָרפּיאָ (עקרב), סאַ־גיטאַריוס (קשת), קאַפּריקאָרנוס (גדי), אַקוואַריוס (דלי), פּיסצעס (דגים).

דער קרייז פון דיעזע שטערען־גרופּען אָדער שטערען־בילדער ווערט אָנגערופען „זאָדיאַק“ אָדער „טיער־קרייז“. דיעזער נאָמען קומט דערפון, וואָס די מעהרסטע נעמען פון די אויסגערע־בענטע שטערען־גרופּען זיינען נעמען פון חיות (טיערע). דער טיער־קרייז (זאָדיאַק) שטעלט מיט זיך פאָר א פּאַס פון 16 גראַד ברייט.

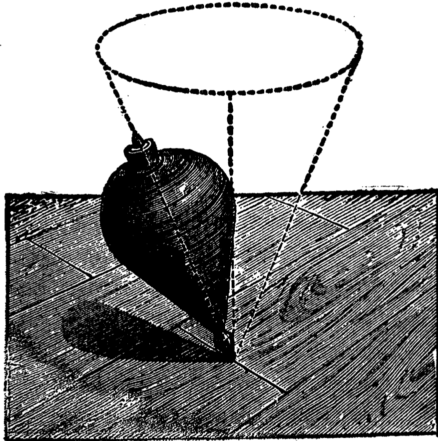
דיעזע איינטיילונג פון דעם קרייז־וועג פון דער זון, וועל־בע שטאַמט פון גאַנץ אַלטע צייטען, ווערט נאָך אויך היינט גע־ברויכט אַלס א בעקוועמער מיטעל צו ערקלערען די שיינבאַרע בע־וועגונג פון דער זון. עס מאַכט אפילו ניט אויס, וואָס היינט שטעהען שוין גאָר ניט די צוועלף מזלות אויף זייערע ערטער, ווי זיי זיינען געשטאַנען מיט א פּאָר טויזענד יאָהר צוריק. היינט זעהט מען שוין גאָר ניט די זון אין דעם מאָנאַט אַפּריל ביי דער שטערען־גרופּע וואָס רופט זיך באַראַן (טלה) נאָר ביי דעם מזל דגים (פיש). די מזלות האָבען זיך אָוועקגערוקט פון זייערע ער־טער.

ווי אזוי האָט דאָס פּאַסירט? ווי אזוי קענען זיך די שטערען־גרופּען אָוועקרוקען פון זייער אָרט, ווען עס איז פריהער געזאָגט גע־וואָרען, אַז שטערען בעוועגען זיך ניט פון זייערע ערטער. איז דער אמת, אַז ניט די שטערען האָבען זיך אָבגערוקט, נאָר די ערד אונ־זערע, צוליעב דער אייגענטימליכער בעוועגונג, וואָס זי מאַכט ארום זיך אין א משך פון אונגעפעהר 26 טויזענד יאָהר.

צוליעב דעם, וואָס אונזער ערד־קוגעל איז ביי זיינע פּאָלען אביסעל פלאַטשיג, האָט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון און פון דער לבנה אויף איהם אזא ווירקונג דאָס ער נייגט זיך אָב פון זיין פּאָזיציע אין וועלכע ער דאַרף שטעהן. סאַי דער נאָרד־פּאָל סאַי דער זיד־פּאָל מאַכען צוליעב דיעזער אורזאַכע א זעהר לאַנג־זאַמע אָבנייגענדע בעוועגונג פון זייער פּאָזיציע. לויט די אויס־רעכנונגען, וועלכע זיינען געמאַכט געוואָרען פון פערשיעדענע אַס־טראָנאָמען, בעטרעפט דיעזע אָבנייגונג אונגעפעהר 1 גראַד מיט 4 צעהנטעל פון א גראַד (1.395°) אין הונדערט יאָהר, אָדער עט־וואָס מעהר ווי 50 קרייז־סעקונדען אין א יאָהר (א גראַד ווערט געטיילט אין 60 מינוטען און א מינוט אין 60 סעקונדען), אָדער 1 גראַד אין 72 יאָהר. אין א משך פון 26 טויזענד יאָהר מאַכט

עס אוים 360 גראַד — אַ פולער קרייז. די פּאָלען קומען, הייסט עס, צוריק צו זייער פריהערדיגער פּאָזיציע מאַכענדיג אַרום זיך אַזאַ בעוועגונג, וואָס מאָלט אויס אין וועלטרוים די פיגור פון אַ קעגעל (קאָנוס, קאָון).

מען קען זיך פאָרשטעלען די דאָזיגע בעוועגונג פון די פּאָלען דורך די בעוועגונג פון אַ דריידעל, ווי אויף ציכנונג 34. ווען דער דריידעל דרעהט זיך עטוואָס געבויגען אויף אַ זייט בעשרייבט זיין אַקס די פיגור פון אַ קאָנוס, ווי עס צייגען די געשטריכעלטע ליניעס פון דער צייכנונג. און אַט צוליעב דיעזער לאַנגזאַמער ענדערונג פון דער פּאָזיציע פון די פּאָלען פון דער ערד דוכט זיך אונז אָב, אַז די מזלות (די שטערען־בילדער פון זאָדיאַק) רוקען זיך אָב פון זייערע ערטער. אין אַ משך פון 2 טויזענד מיט 150 יאָהר, למשל, האָבען זיך די פּאָלען פון דער ערד אָבגענייגט נאָהנט פון 30 גראַד פון זייער פּאָזיציע, דאָס הייסט אויף אַ שטרעקע פון כמעט אַ גאַנצער שטערען־גרופּע פון טיער־קרייז (זאָדיאַק), ווייל ווי שוין פריהער דערמאָהנט, ווערט דער טיער־קרייז איינגעטיילט אין 12 גלייכע טיילען, צו 30 גראַד פאַר יעדען איינעם פון די מזלות אָדער שטערען־גרופּען. דעריבער זעהען מיר איצט די זון אין חדש אַפּריל אין דעם מזל דגים אָנשטאָט, וואָס מיט 2,150 יאָהר צוריק האָט מען זי געזעהן אין מאָנאַט אַפּריל אין מזל טלה.



צייכנונג 34. ווי מען קען זיך פאָרשטעלען די קאָנוס־בעוועגונג פון די פּאָלען פון דער ערד.

צוליעב דער איבעררוקונג פון טיער־קרייז, אָדער ריכטיגער גע־

זאָגט, צוליעב דער אָבנייגונג פון די פּאָלען פון דער ערד פון זייער פּאָזיציע אין דער לאַנגזאַמער 26 טויזענד יאָהריגער ארומדרעהונג פון דער ערד אַרום זיך, בייט זיך אויך איבער דער פּאָל־שטערען, וועלכען מען זעהט אימער אויף איין אָרט. איצט איז דער שטע־רען ק ו נ אָ ז ו ר דער פּאָל־שטערען, אין 10 טויזענד יאָהר אַרום אָבער וועט דער שטערען ו ו ע ג א זיין דער פּאָל־שטערען. דער נאָרד־פּאָל דערנעהנטערט זיך אין זיין 26 טויזענד יעהריגע לאַנג־זאַמע בעוועגונג אַלץ מעהר צו דעם שטערען וועגא און ווען ער וועט קומען צו איהם, וועט וועגא זיין דער פּאָל־שטערען.

נאָר האַלטענדיג זיך ביי אונזער איינגעוועהנטער שפּראַך צו זאָגען, אַז די זון בעוועגט זיך, זאָגען מיר אויך, אַז די מזלות בע־וועגען זיך און רוקען זיך אָב פון זייערע ערטער, אנשטאַט צו זאָ־גען אַז די ערד בעוועגט זיך.

די דאָזיגע איבעררוקונג פון די מזלות ווערט אָנגערופען פּרעצעסיאָן. זיי רוקען זיך איבער אין דער ריכטונג פון מזרח צו מערב, דאָס הייסט אין דער געגענזעצטער ריכטונג פון דער בעוועגונג פון דער ערד. ווי שוין פריהער געזאָגט, דויערט די דאָזיגע איבעררוקונג פון די מזלות (די ערד־פּאָלען אין דער ווירקליכקייט) איבער דעם גאַנצען טיער־קרייז (זאָדיאַק) אונגעפעהר 26 טויזענד יאָהר. דעם דאָזיגען צייט־משך האָט מען א נאָמען געגעבען דאָס פּלאַטאָנישע יאָהר. עס הייסט, אַז אויב איצט זעהט מען די זון אין חדש אַפּריל אין מזל דגים, אין חדש מאַי אין מזל טלה א. אז. וו., וועט מען זי אין אַן ערך 2,150 אַרום זעהן אין חדש אַפּריל אין מזל דלי, אין חדש מאַי אין מזל דגים, אין 26 טויזענד יאָהר אַרום וועט מען זי אָבער ווידער זעהן אין חדש אַפּריל אין מזל דגים, ווי מען זעהט זי היינט. אָדער ווען מען זאָל אָנפאַנגען רעכענען דאָס פּלאַטאָנישע יאָהר פון דער צייט ווען די זון איז אין חדש אַפּריל געווען אין מזל טלה, וועט זי אין אַן ערך 26 טויזענד יאָהר אַרום אין חדש אַפּריל ווידער זיין אין מזל טלה. נאָר פאַר בעקוועמליכקייט פון ערקלערונגען מאַכט מען זיך ניט וויסענדיג, וואָס די מזלות פּעררוקען זיך פון זייערע ערטער, און מען זאָגט נאָך אימער, אַז אין חדש אַפּריל געפינט זיך די זון אין מזל טלה, הגם אין דער ווירקליכקייט געפינט זי זיך נאָר דאַן אין מזל דגים. מען איז געבליבען ביי דער אַלטער איינטיילונג

און בעצייכנונג, לויט וועלכע מזל טלה, מזל שור און מזל תאומים ווערען גערופען די פריהלינג מזלות; מזל סרטן, מזל אריה און מזל בתולה — די זומער מזלות; מזל מאזנים, מזל עקרב און מזל קשת — די הערבסט מזלות; מזל גדי, מזל דלי, און מזל דגים — די ווינטער מזלות. מען רופט אויך די ערשטע זעקס די צפון מזלות און די לעצטע זעקס — דרום מזלות.

די פאָלגענדע צייכענס ווערען געברויכט פאַר דער בעצייכנונג פון די מזלות:

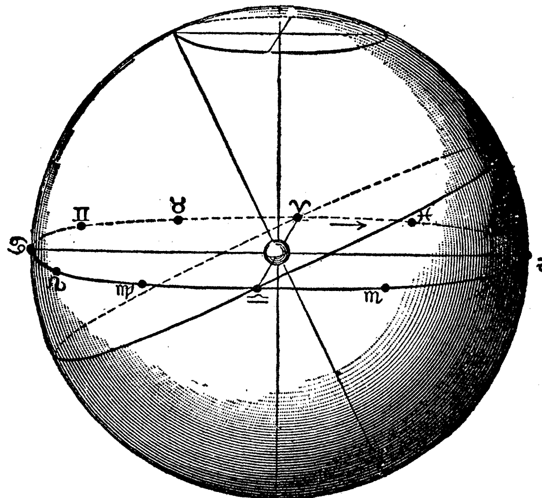
♈	אַריעס (טלה).	♎	ליבראַ (מאזנים).
♉	טאַורוס (שור).	♏	סקאָרפּיאָ (עקרב).
♊	געמיני (תאומים).	♐	סאַגיטאַריוס (קשת).
♋	קאַנסער (סרטן).	♑	קאַפּריקאָרנוס (גדי).
♌	לעאָ (אריה).	♒	אַקוואַריוס (דלי).
♍	ווירגאָ (בתולה).	♓	פּיסצעס (דגים).

דער שיינבאַרער בעוועגונגס־קרייז וואָס די זון מאַכט אין משך פון א יאָהר צווישען די מזלות ווערט אָנגערופען ע ק ל י פּ ט י ק (פערפינסטערונגס־קרייז). א לקוי חמה אָדער א לקוי לבנה קען פּאַרקומען בלויז דאַן, ווען די זון געפינט זיך אין דעם דאָזיגען קרייז, און דערפון נעהמט זיך דער נאָמען.

דער עקליפּטיק און דער הימעלס־עקוואַטאָר זיינען צוויי קרייזען, וועלכע שניידען זיך איצט אונטער א ווינקעל פון אונגעפעהר 23½ גראַד. זיי קומען אויס, ווי א קרייז אין א קרייז, פון וועלכע איינער שטעהט גראַד און דער צווייטער איז אביסעל גענייגט צו דער זייט, ווי עס צייגט צייכנונג 35. אין וועלכער די האָריזאָנטאַלע עליפּסע, מיט די צייכענס פון די מזלות, שטעלט מיט זיך פאָר דעם קרייז פון עקליפּטיק און די גענייגטע עליפּסע שטעלט מיט זיך פאָר דעם הימעלס־עקוואַטאָר.

דעם הימעל־עקוואַטאָר, ווי עס איז פריהער ערקלערט געוואָרען, שטעלען מיר זיך פאָר א קרייז ליניע איבער'ן מיטען פון הימעלס־קוגעל, וועלכער טיילט איהם אין צוויי העלפטען — אין א מזרח און א מערב העלפט. אום זיך קלערער צו מאַכען די פאָרשטעלונג פון דעם הימעלס־עקוואַטאָר וועלען מיר זאָגען, אז ער

שטעהט ווי א גרויסער רייף אין דעם וועלט־רוים אין דער ריכטונג פון מזרח און מערב. לאָמיר זיך אויך פאָרשטעלען דעם עקליפּ־טיק ווי א רייף, אָבער וואָס שטעהט אביסעל קרומלעך, גענייגט אין דער ריכטונג פון צפון און דרום, אונטער א ווינקעל פון אונ־געפעהר 23½ גראד. דאן קומט עס אויס, אז דיעזע צוויי רייפען קרייצען זיך אָדער שניידען זיך אין צוויי פּונקטען, אונטער



ציכנונג 35. דער עליפּטיק און דער הימעלס־עקוואַטאָר.

א ווינקעל פון 23½ גראד. דיעזער ווינקעל ווערט גערופען דער נייגונגס־ווינקעל פון דעם עקליפּטיק. די קרייצונגס־פּונקטען אָדער דורכשניט־פּונקטען ווערען אָנגערופען גלייך־נאכט־פּונקטען, עקווינאָקטיאַל־פּונקטען, ווייל, ווען די זון געפינט זיך אין דיעזע פּונקטען, איז די לענג פון טאָג און נאכט אויף דער ערד גלייך. די גלייך־נאכט־פּונקטען ווערען אויך אָנגערופען נאָדען, און אזוי ווי „נאָדען" איז א קירצער וואָרט ווי גלייך־נאכט־פּונקטען וועלען מיר בעסער געברויכען דאס וואָרט „נאָדען". די נאָדע, דורך וועלכע די זון געהט דורך פון דרום צו צפון, ווערט אָנגערופען די אויפשטייגענדע נאָדע; די נאָדע, דורך וועלכע די זון געהט דורך

פון צפון צו דרום, ווערט אַנגערופען די **אַרונטערשטייגענדע נאָדע**. די ווייטסטע פונקטען פון דעם עקליפּטיק צו צפון און צו דרום, דאָס הייסט די ווייטסטע פון עקוואַטאָר, ווערען אַנגערופען די **זונען־שטילשטאַנד־פּונקטען** (זאָלסטיטיאַל־פּונקטען), ווייל ווען די זון געפינט זיך אין די דאָזיגע פּונקטען שיינט עס אונז ווי זי וואָלט אויף אַ קורצע צייט שטעהן געבליבען. די דאָזיגע פּונקטען פון דעם עקליפּטיק רופט מען אויך **זונען־ווענד־פּונקטען** אָדער **טראָפּיקען**. דער צפון פּונקט הייסט **טראָפּיק פון קרעבס**, ווייל ער געפינט זיך אין מזל סרטן, און דער דרום פּונקט הייסט **טראָפּיק פון שטיינבאָק**, ווייל ער געפינט זיך אין מזל גדי.

דער נייגונגס־ווינקעל פון עקליפּטיק איז ניט אימער 23½ גראַד. ער איז אונגעפעהר 23½ גראַד אין דער צייט וואָס מיר לעבען איצט. אָבער ער האַלט זיך כסדר אין ענדערען, אמאָל ווערט ער גרעסער און אמאָל ווערט ער קלענער. ער קען ווערען אזוי גרויס ווי 28 גראַד און קען ווערען אזוי קליין ווי 21 גראַד. איצט ווערט אָט דיעזער ווינקעל מיט יעדען יאָהר קלענער. און אזוי ווי מען דאַרף געדענקען, אז ניט די זון בעוועגט זיך נאָר די ערד, דאַרפען דעריבער די אַלע זאַכען, וואָס עס איז גערעדט געוואָרען וועגען עקליפּטיק אַריבערגעטראָגען ווערען פון דער זון אויף דער ערד. עס מיינט, אַלזאָ, אז ווען דער נייגונגס־ווינקעל פון עקליפּטיק ווערט קלענער און גרעסער, קומט עס אויס, אז דער אַקס פון דער ערד אָדער דער ערד־קוגעל אין דער ריכטונג פון זיינע פּאָלען, מאַכט בעוועגונגען ווי אַ פּערפּענדיקעל (אונרוה) פון אַ זייגער. די בע־וועגונג אָבער איז זעהר אַ לאַנגזאַמע, ווייניגער ווי אַ האַלבע קרייז־סעקונדע אין אַ יאָהר. עס איז אויסגערעכענט געוואָרען, אז 29 טויזענד און 400 יאָהר פאַר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג איז דער נייגונגס־ווינקעל פון עקליפּטיק געווען עטוואָס מעהר ווי 27½ גראַד (27 גראַד מיט 31 מינוטען). דאַן האָט ער אַנגעפאַנגען קלענער ווערען ביז ער איז געוואָרען אין יאָהר 14 טויזענד און 400 פאַר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג 21⅓ גראַד. עס האָט, אַלזאָ, גענומען 15 טויזענד יאָהר פאַר דער בעוועגונג פון אַן ערך 6 גראַד. נאָכדעם האָט דער נייגונגס ווינקעל אַנגעפאַנגען ווערען גרעסער און איז אין יאָהר 2000 פאַר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג געוואָרען 23 גראַד מיט 51 מינוטען. דאַן האָט ער וויע־

דער אָנגעפאנגען ווערען קלענער, ביז ער וועט אין יאָהר 6 טויזענד און 600 ווערען 22 גראַד מיט 54 מינוטען. נאָכדעם וועט ער ווידער אָנפאַנגען גרעסער ווערען און וועט אין יאָהר 19 טויזענד און 300 ווערען 25 גראַד מיט 21 מינוטען. דער נייגונגס ווינקעל פון עקליפּטיק איז אין יאָהר 1917 געוועזן 23 גראַד מיט 27 מינוטען.

דער אויפמערקזאַמער לעזער האָט געוויס בעמערקט פון דעם אַלעם וואָס איז געזאָגט געוואָרען וועגען דער בעוועגונג פון דער ערד, אַז ווען מען זאָגט דאָס דער ערד־קוגעל האָט צווייערליי מינים בעוועגונגען, איין בעוועגונג אַרום זיך און איין בעוועגונג אַרום דער זון, איז דאָס ניט גאַנץ וויסענשאַפטליך. מיר האָבען שוין געזעהן, אַז אויסער די צוויי געוועהנליכע בעוועגונגען האָט די ערד נאָך צוויי בעוועגונגען, איינע אַ 26־טויזענד־יעהריגע, אין וועלכע איהרע פּאָלען בעשרייבען די פיגור פון אַ קאָנוס, און די צווייטע — אַ מין פּערפּענדיקעל בעוועגונג, דורך וועלכע עס ענדערט זיך כסדר דער נייגונגס־ווינקעל פון עקליפּטיק. דאָס איז אָבער נאָך ניט אַלעס. די ערד האָט נאָך זיבען מינים בעוועגונגען, אָבער כדי ניט צו ווערען צו שטרענג וויסענשאַפטליך וועלען מיר זיי דאָ אויסלאָזען. מיר וועלען בלויז דערמאָנען איינע פון די אויסגעלאָזענע זיבען בעוועגונגען און דאָס איז די בעוועגונג וועלכע רופט זיך וואַריאַציאָן פון פּעריהעליום. דורך דיעזע בעוועגונג קומט די ערד אַ מאָל ווינטער־צייט נעהנטער צו דער זון, ווי געוועהנליך, און דאַן איז דער ווינטער אין אונזערע געגענדען אַ פיעל מילדערער, און דער זומער אַ קיהלערער. דיעזע „וואַריאַציאָן“ קומט פאָר אונגעפעהר איין מאָל אין 21 טויזענד יאָהר.

די בעלייכטונג פון דער ערד.

פופצעהנטער קאַפּיטעל.

די בעוועגונג פון דער ערד אַרום זיך און אַרום דער זון. — די דיאורנאַלע בעוועגונג פון דער ערד און איהר יעהרליכע בעוועגונג. — דער אַרביט. — די בעשטימונג פון דער צייט. — ווי די זייגערס ווערען אַנגעשטעלט לויט דער בעוועגונג פון דער ערד. — טאָג און נאַכט. — פּעריהעליום און אפהעליום. — די פיער יאָהרעס־צייטען. — די לענג פון די טעג און פון די נעכט. — קעלט און היץ. — טאָג און נאַכט אין די פּאָלאַר־געגענדען. — בין השמשות ליכט אין די פּאָלאַר־געגענדען. — פּאָלאַר־ליכט (אוראָרא). — די איינטיילונג פון דער ערד לויט די קלימאַטען.

מיר ווייסען שוין פון פריהער, אז די ערד בעוועגט זיך און אז זי האָט א דאָפּעלטע בעוועגונג: איינע ארום זיך אליין, ארום איהר אַקס, און די צווייטע אין א קרייז אַרום דער זון. די אומדרעהונג פון דער ערד אַרום איהר אַקס ווערט אָנגערופען די דיאורנאַלע בעוועגונג (טעגליכע בעוועגונג) פון דער ערד, און איהר בעוועגונג אַרום דער זון הייסט די יעהרליכע בעוועגונג פון דער ערד.

די טעגליכע בעוועגונג פון דער ערד דויערט 24 שעה (אָדער 23 שעה 56 מינוטען און 4 סעקונדען, ווי עס איז אָנגעוויזען געוואָרען אין א פריהערדיגען קאַפּיטעל), און איהר יעהרליכע בעוועגונג דויערט 365 טעג, 6 שטונדען, 9 מינוטען און 9½ סעקונדען.

דער קרייז־וועג פון דער ערד אַרום דער זון איז אין דער ריכטונג פון דעם עקליפּטיק אָדער טיער־קרייז. דער דאָזיגער וועג פון דער ערד אַרום דער זון ווערט אָנגערופען אַרביט.

די ערד אין איהר בעוועגונג אַרום זיך דרעהט זיך מיט דער געשווינדיגקייט פון 1 גראַד און 4 מינוטען, דאָס מיינט, אז יעדער פּונקט פון ערד קוגעל דרעהט זיך אין 4 מינוטען צייט אוועק אויף איין גראַד אָדער 15 גראַד אין א שעה און אין 24 שעה 360

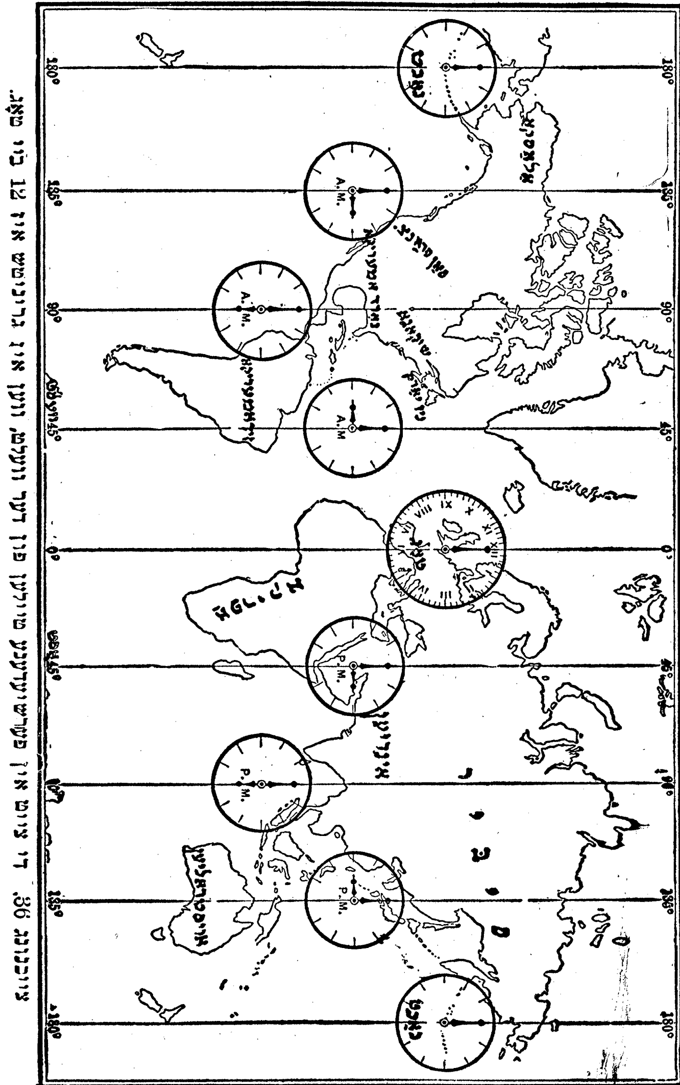
גראד, א פולען קרייז. ווען איהר קוקט אויפ'ן זייגער און זעהט, אז דער ווייזער האט זיך געדרעהט אויף פיער מינוטען, דאן ווייסט איהר, אז די ערד האט זיך געדרעהט אויף א גראד. און ווען איהר ווייסט וויפיעל גראד איין פלאץ איז פון דעם צווייטען, קענט איהר אויך וויסען דעם אונטערשיעד אין דער צייט פון דיעזע צוויי פלעצער. אדער, ווען איהר ווייסט דעם אונטערשיעד אין דער צייט פון צוויי פלעצער קענט איהר אויסרעכענען וויפיעל גראד זיי זיינען איינער פון דעם אנדערען. מיר ווייסען, למשל, אז שיקאגא איז ארום 900 מייל וועסט פון ניו יארק, דאס איז א חשבון פון איבער 15 גראד, דאן ווייסען מיר דערפון, אז צווישען ניו יארקער צייט און שיקאגא'ער צייט דארף זיין אונגעפעהר אן אונטערשיעד אין א שטונדע.

ווען אין פאריז איז 12 אוהר ביי טאג, דאן וועט אין לייפציג זיין 12 אוהר 40 מינוטען און 13 סעקונדען, וויל לייפציג ליעגט 10 גראד, 3 מינוטען און 13 סעקונדען צו מזרח צו פון פאריז. אין לייפציג געהט, אלזא, יעדען טאג דורך די זון דורכ'ן מערידיאן (מיטאגס־ליניע) מיט 40 מינוט און 13 סעקונדען פריהער ווי אין פאריז.

ווען מיר זאלען וועלען האלטען אונזערע זייגערס פינקטליך אנגעשטעלט לויט דער זון, וואלטען אין יעדער שטאדט און שטעדטעל די זייגערס ציינגען אן אנדער צייט. ווען אין ניו יארק איז לויט דער זון פונקט 12 א זייגער ביי טאג, דאן דארף אין פילאדעלפיא דער זייגער, זייענדיג פונקט אנגעשטעלט נאך דער זון, ציינגען איינינע מינוטען נאך 12. פילאדעלפיא ליעגט מעהר צו דער וועסט ווי ניו יארק, און די ערד, דרעהענדיג זיך אויף איהר אקס פון מערב צו מזרח, לויפט דורך די מיטאגס־ליניע (מערידיאן) אין פילאדעלפיא מיט איינינע מינוטען פריהער, ווי אין ניו יארק. אין פילאדעלפיא איז דעריבער מיטאג־צייט מט איינינע מינוטען פריהער. ווען מען פאהרט אין דער ריכטונג פון מזרח אדער פון מערב און מען וויל האלטען דעם זייגער פינקטליך לויט דער זון, דארף מען איהם יעדע 15 מייל איבעררוקען אויף א מינוט. ווען מען פאהרט פון מערב צו מזרח דארף מען כסדר דעם זייגער רוקען פאראויס, און ווען מען פאהרט פון מזרח צו מערב דארף מען איהם כסדר רוקען צוריק. אזא מין האלטען צייט וואלט אבער

איצט געווען זעהר ניט בעקוועם. אמאָל איז טאַקע אזוי געווען, דאָס יעדע שטאָדט האָט זיך געהאַט איהר אייגענע צייט, אָבער ווען עס האָבען זיך אָנגעפאַנגען פערשפּרייטען די אייזענבאַהנען און די טעלעגראַפען, האָט מען געפונען פאַר נויטיג צו מאַכען מעהר אָרדנונג אין אָנשטעלען די זייגערס. ווען יעדע שטאָדט זאָל, למשל, אויך איצט האָבען איהר אייגענע צייט וואָלט קיין אייזענבאַהן ניט קענען אויסשטעלען א פאַהר־פּלאַן מיט וועלכען מען זאָל זיך קענען בענוצען אויף דער גאַנצער ליניע. אויף יעדער סטאַנציע וואָלט די צייט זיין אַן אַנדערע. מען וואָלט אויך ניט קענען וויסען די גענויע צייט, ווען א טעלעגראַמע איז אַרויסגעשיקט געוואָרען. דער טעלעגראַפיסט וואָלט אָנגעגעבען די צייט פון זיין סטאַנציע און מען וואָלט יעדעס מאָל, ווען מען ערהאַלט א טעלעגראַמע, גע־דאַרפט נאָכקוקען אָדער אויסרעכענען, וואָס פאַר אַן אונטערשיעד עס איז אין דער צייט פון דעם אָרט, וואָס די טעלעגראַמע איז אַרויסגעשיקט געוואָרען און דעם אָרט, וואו זי איז ערהאַלטען גע־וואָרען. אום אָבצושאַפען דיעזע אונבעקוועמליכקייטען האָט מען אין יעדען לאַנד איינגעפיהרט א נאָרמאַל־צייט. אין די פעראייניגטע שטאַאַטען פון אמעריקא האָט מען די נאָרמאַל־צייט איינגעפיהרט אויף דעם פאָלגענדען אופן:

מען האָט אויסגעקליבען פיער בעשטימטע מערידיאַנען אין די פעראייניגטע שטאַאַטע, איינעם 75 גראַד וועסט פון גריניטש (פאַר דעם ערשטען מערידיאַן איז אָנגענומען געוואָרען גריניטש אין ענגלאַנד, ווי עס איז ערקלערט געוואָרען אין א פריהערדיגען קאַפּיטעל), א צווייטען 90 גראַד, א דריטען 105 גראַד און א פיערטען 120 גראַד. דער מערידיאַן, וואָס איז 75 גראַד וועסט פון גריניטש, געהט דורך מיטען ניו יאָרק און צווישען פילאַדעלפיא און טרענטאָן (נעהנטער צו פילאַדעלפיא). דער מערידיאַן 90 גראַד וועסט פון גריניטש געהט דורך דעם שטאַאַט וויסקאָנסין, עטוואָס וועסט פון דער שטאָדט מעדיסאָן, און דורך דעם מיסיסיפּי טהאָל און ניו אָרליאַנס. דער מערידיאַן פון 105 גראַד געהט פערביי דעם מזרח ענד פון די ראָקי בערג דורך וואַיאָמינג, קאָלאָראַדאָ און ניו מעקסיקאָ. דער מערידיאַן פון 102 גראַד געהט דורך דעם שטאַאַט וואַשינגטאָן, אָרעגאָן און קאַליפאָרניא, אַריינגעהענדיג אין דעם פּאַסיפישען אָקעאַן. פאַר יעדען געגענד פון דיעזע פיער מע־



צייכנונג 36. די צייט אין פערשיעדענע טיילען פון דער וועלט, ווען אין גריניטש איז 12 בײַ טאָג.

רידיאַנען האָט מען בעשטימט אַ געוויסען מאָמענט ווען די זייגערס אין דער גאַנצער געגענד דאַרפען אָנגעשטעלט ווערען אויף 12. אויף דעם אופן האָבען מיר אין די פעראייניגטע שטאַאַטען פיער נאָרמאַל־צייטען: די פאַסיפיק צייט, די ראָקי בערג צייט, די צענטראַלע צייט און די מזרח צייט. ווען דער זייגער איז 12 לויט דער פאַסיפיק צייט, איז עס 1 אַ זייגער לויט דער בערג צייט, 2 אַ זייגער לויט דער צענטראַלער צייט און 3 אַ זייגער לויט דער מזרח צייט.

אין יעדען מאָמענט קומען פאָר אויף דעם ערד־קוגעל אַלע צייטען פון טאָג און נאַכט: אין איין אָרט איז נאַכט און אין צווייטען איז טאָג, אין איינעם אָוענד און אין דעם צווייטען פריה־מאָרגען.

די ערד קריעגט איהר ליכט פון דער זון, קיין אייגענע ליכט האָט זי ניט, אליין איז זי אַ דונקעלער קערפּער, און ווען די זון זאָל אויסגעלאָשען ווערען וועט אויף דער ערד זיין פינסטער און קאַלט.

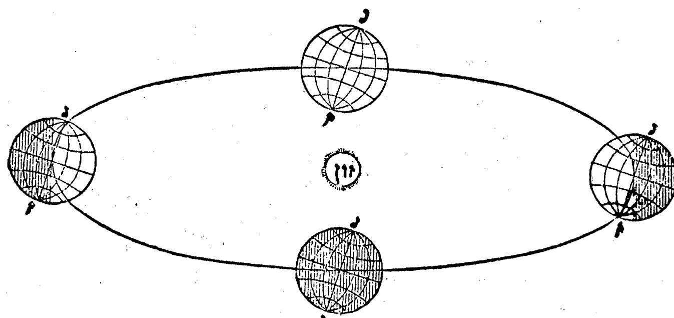
דורך דער בעוועגונג פון דער ערד אַרום זיך און אַרום דער זון קומען די ענדערונגען פון טאָג און נאַכט און דאָס בייטען זיך פון די וועטערען און פון די יאָהרעס־צייטען.

די ערד איז רונד, עס קען בלויז איין העלפט פון איהר בעלויכטען ווערען פון דער זון, בלויז די זייט וואָס איז אין דעם מאָמענט גע־ווענדעט צו איהר. אויף דעם בעלייכטעטען טייל איז, אַלזאָ, טאָג און אויף דעם טייל וואָס איז אָבגעווענדעט פון דער זון איז נאַכט. דרעהט זיך אָבער די ערד אַרום איהר אַקס, און עס דרעהען זיך אַוועק פון דער זון די פריהער בעלייכטעטע טיילען און עס דרעהען זיך צו צו איהר די פריהער אונבעלייכטעטע טיילען. די פריהער בעלייכטעטע טיילען ווערען דונקעל און די פריהער אונבעלייכטעטע טיילען ווערען ליכטיג. און די ערד האַלט זיך בסדר אין איין דרעהען, און טאָג און נאַכט האַלטען זיך אין איין בייטען.

דער קרייז־וועג פון דער ערד אַרום דער זון, ווי מיר ווייסען שוין, איז ניט קיין פאָלשטענדיג רונדער, נאָר אַן עטוואָס לענגליך רונדער, אַן עליפּסע. די זון שטעהט ניט אין מיטען פון דער עליפּסע, נאָר אַוועקגערוקט אַביסעל נעהנטער צו איינעם פון איהרע ענדען, ווי עס איז געצייגט אין דער צייכנונג נומער 12.

אין איהר בעוועגונג ארום דער זון געפינט זיך, אלזאָ, די ערד אמאָל נעהנטער און אמאָל ווייטער פון איהר. דער פונקט פון דער עליפּסע וואו די ערד איז אמנעהנטסטען צו דער זון ווערט אָנגע־רופען פּעריהעליום (זונען־נאָהנטקייט); דער פונקט, וואו די ערד איז אמווייטסטען פון דער זון, הייסט אַפהעליום (זונען־ווייטקייט). די ערד געפינט זיך אין פּעריהעליום (נעהנט־סטען פונקט פון דער זון) דעם 1טען יאנואר, און אין אַפהעליום (ווייטסטען פונקט פון דער זון) דעם 1טען יולי.

ווי עס איז צו זעהן פון דער צייכנונג 37, שטעהט דער אַקס פון דער ערד אין דעם אָרביט (דער קרייז־וועג פון דער ערד ארום דער זון) אביסעל משופּע, אָדער ווי מען רופט עס, אונטער א ווינקעל, ווי עס איז שוין פריהער ערקלערט געוואָרען וועגען דעם עקליפּטיק און די מזלות. ווען דער אַקס פון דער ערד וואָלט ניט געשטאַנען



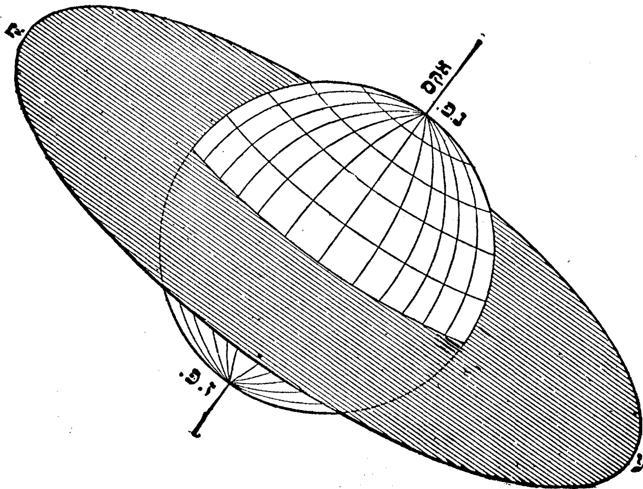
צייכנונג 37. די גענייגטע לאַגע פון דעם אַקס פון דער ערד.

משופּע נאָר וואָלט געלעגען גראַד צו דער זון, וואָלט איבעראַל אויף דער ערד געווען דער טאָג און די נאכט גלייך לאַנג און יעדער געגענד פון דער ערד וואָלט גאַנ־צען יאָהר געהאַט איין בעשטימטען וועטער פון דעמזעלבען גראַד וואַרימקייט אָדער קעלט. דורך דעם אָבער וואָס דער אַקס פון דער ערד שטעהט משופּע׳דיג, פאַלען די שטראַהלען פון דער זון אויף די פערשיעדענע טיילען פון דער ערד ניט אימער גלייך און עס בייטען זיך צוליעב דעם די וועטערען אויף דער ערד אין פערשיעדע־

נע צייטען פון יאָהר און עס ענדערט זיך די לענג פון די טעג און די נעכט אין די פערשיעדענע צייטען פון יאהר.

די גענייגטע לאַגע פון דעם אַקס פון דער ערד, קען מען זיך בעסער פאָרשטעלען פון דער צייכנונג 38.

אום זיך קלערער פאָרצושטעלען די לאַגע פון דעם ערד־אַקס צו דער זון און ווי די ערד בעוועגט זיך אין איהר קרייז־וועג ארום דער זון, דארף מען נעהמען א רונדען רייף, וועלכען מען דריקט אַ



צייכנונג 38. די גענייגטע לאַגע פון דעם אַקס פון דער ערד אין בעצוג צו דער זון. די בוכשטאַבען נ. פ. בעדייטען נאָרד־פּאָל, ז. פּ. — זיד־פּאָל, און ע—ק עקוואַטאָר.

ביסעל צוזאַמען, אַז ער זאָל ווערען רונד־לאַנג ווי אן איי, דערצו דארף מען נעהמען א באָל אָדער א פּילקע און דורכשטעכען מיט א לענגערע שפּילקע אָדער שפּיזעל. דער רונד־לאַנגליכער רייף וועט מיט זיך פאָרשטעלען דעם אָרביט (דער קרייז־וועג פון דער ערד ארום דער זון) און די פּילקע, וואָס איז דורכגעשטאָכען מיט דעם שפּיזעל, וועט פאָרשטעלען דעם ערד־קוגעל. לאָמיר איצט אויפ־הענגען דעם רייף אין דער ריכטונג פון מזרח און מערב און איבער

זיין ראַנד פיהרען די פּילקע אַזוי, דאָס דער שפּיזעל זאָל זיין אַבי־סעל משופּע'דיג אָדער גענייגט. לאָמיר בעצייכנען דעם אונטער־שטען ענד פון שפּיזעל אַלס דעם נאָרד־פּאָל, און דעם אויבערשטען ענד אַלס זיד־פּאָל. די גאַנצע צייט, וואָס מיר פיהרען די פּילקע מיט'ן שפּיזעל אַרום דעם ראַנד פון רייף, דאַרף אָנגעהאַלטען ווע־רען די זעלביגע משופּע'דיגע לאַגע אָדער דער נייגונגס־ווינקעל פון דעם שפּיזעל. מיר וועלען דאַן בעמערקען, אַז די פּילקע, בע־וועגענדיג זיך אַרום דעם ראַנד פון רייף וועט אַמאָל אויסקומען מיט איהר צפון־זייט געווענדעט צו דעם מיטעל־פּונקט פון רייף און אַמאָל מיט איהר דרום זייט. מען וועט אויך זעהן, אַז די צו־בייגונג און די אָבנייגונג פון די זייטען פון דער פּילקע צום מי־טעל־פּונקט פון רייף בייטען זיך ביסלעכווייז: די צוערשט צוגענייג־טע זייט ווערט ביסלעכווייז אָבגענייגט און די צוערשט אָבגענייגטע זייט ווערט ביסלעכווייז צוגענייגט.

לאָמיר זיך איצט פאָרשטעלען אַז אין מיטען פון רייף, אָדער ריכטיגער, אַביסעל נעהנטער צו איין ענד פון רייף, געפינט זיך אַ ליכט־קוועלע, זאָגען מיר אַן עלעקטרישער לעמפּעל אָדער אַ גאַז־פלאַם. וואו עס איז פאַראַן עלעקטרישע בעלייכטונג אין אַ הויז אָדער גאַז־בעלייכטונג, קען מען דעם רייף אַזוי אויפהענגען, אַז אַן עלעקטרישער לעמפּעל אָדער אַ גאַז־פלאַם זאָל אויסקומען אונגע־פעהר אין מיטען פון רייף (אַביסעל נעהנטער צו איין ענד). מיר וועלען דאַן בעמערקען, אַז די פּילקע, וואָס מיר בעוועגען אַרום דעם ראַנד פון רייף, וועט אַמאָל זיין שטאַרקער און העלער בעלייכטעט פון איהר צפון זייט און אַמאָל פון איהר דרום זייט, אַמאָל וועט איהר צפון זייט קריעגען מעהר שטראַהלען פון דער ליכט־קוועלע און אַמאָל איהר דרום זייט.

פּונקט דאָסזעלבע פּאַסירט אין דער ווירקליכקייט מיט דער ערד אין איהר בעוועגונג אַרום דער זון. דורך דער גענייגטער לאַגע פון איהר אַקס קומט אויס די ערד אין משך פון יאָהר אַמאָל מיט איהר צפון זייט גענייגט צו דער זון, און אַמאָל מיט איהר דרום זייט. עס איז פערשטענדליך, אַז די זייט, וואָס איז דירעקט גע־נייגט צו דער זון בעקומט פון דער זון מעהר ליכט־שטראַהלען און מעהר וואַרימקייט, ווי די זייט, וואָס איז פון איהר אָבגענייגט. די ליכטיגקייט און די וואַרימקייט פון יעדען טייל פון דער ערד

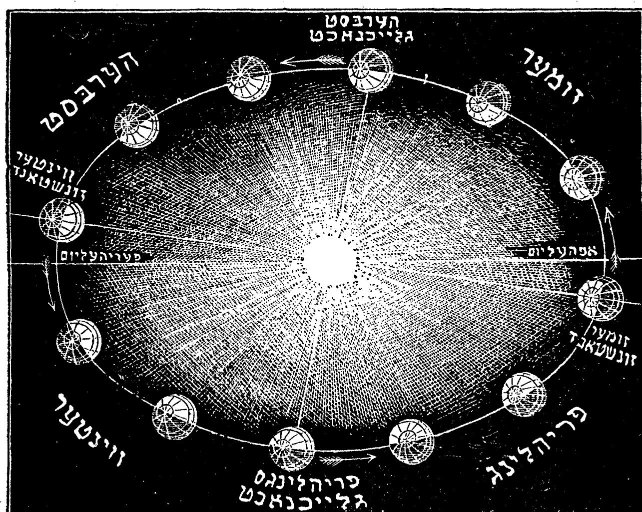
הענגט, אַלזאָ, אָב אויף וויפיעל ער איז צוגענייגט אָדער אָבגע־נייגט פון דער זון.

די פיער צייטען פון יאָהר: פריהלינג, זומער, הערבסט און ווינטער, ווערען בעשטימט נאָך דער לאַגע פון דער ערד אין איהר אָרביט. ווען די ערד, בעוועגענדיג זיך אין איהר אָרביט (קרייז־וועג אַרום דער זון), אין דער ריכטונג פון מערב צו מזרח, געפינט זיך אין דער אַרונטערשטייגענדער נאָדע (דורכשניט־פונקט) פון הימעל־עקוואַטאָר מיט דעם עקליפּטיק (זעה קאַפּיטעל „די שיינ־באַרע בעוועגונג פון דער זון“.) איז דאַן אין אונזערע געגענדען פון צפון אָנפאַנג פריהלינג; ווען זי געפינט זיך אין דער אויפ־שטייגענדער נאָדע, איז דאַן ביי אונז אָנפאַנג הערבסט. ווען די ערד געפינט זיך אין דעם נאָרדליכען ווענד־פונקט (אין דעם ווייט־סטען פונקט פון צפון), האָבען מיר דאַן אָנפאַנג זומער; ווען זי געפינט זיך אין דעם זידליכען ווענד־פונקט (אין דעם ווייטסטען פונקט פון דרום) איז ביי אונז ווינטער. די ערד געהט דורך די אַרונטערשטייגענדע נאָדע דעם 21טען מערץ, און דורך די אויפ־שטייגענדע נאָדע — דעם 22טען סעפּטעמבער; זי קומט צו דעם נאָרדליכען ווענד־פונקט דעם 21טען יוני, און צו דעם זידליכען ווענד־פונקט — דעם 22טען דעצעמבער. דער 21טער מערץ איז, אַלזאָ, דער ערשטער טאָג פון פריהלינג, דער 21טער יוני — דער ערשטער טאָג פון זומער, דער 22טער סעפּטעמבער — דער ערש־טער טאָג פון הערבסט, און דער 22טער דעצעמבער — דער ערש־טער טאָג פון ווינטער. אויף דעם נאָרדליכען האַלב־קוגעל פון דער ערד, אויף וועלכען מיר לעבען דויערט דער פריהלינג 92 מעת לעת און 22 שטונדען; דער זומער — 93 מעת לעת מיט 14 שטונ־דען; דער הערבסט — 89 מעת לעת און 17 שטונדען; דער ווינ־טער — 89 מעת לעת און 1 שטונדע.

די פאָלגענדע צייכנונג 39 צייגט די לאַגע פון דער ערד אין איהר אָרביט אין די פיער יאָהרעס־צייטען. אין דער צייכנונג זעהט מען, ווי דער ערד־קוגעל ווערט בעלויכטען פון דער זון און ווי אַזוי איהר נאָרדליכע זייט און זידליכע זייט נייגען זיך צו אָדער נייגען זיך אָב פון דער זון אין די פערשיעדענע צייטען פון יאָהר.

ווי מען זעהט פון דער צייכנונג איז די לאַגע פון דער ערד אָנפאַנג פריהלינג און אָנפאַנג הערבסט פונקט א געגען־געזעצטע.

אָנפאנג פריהלינג, דעם 21טען מערץ איז די נאָרדליכע זייט פון דער ערד אָבגענייגט פון דער זון און איז פון איהר ווייניגער בע־לייכטען ווי די זידליכע זייט. אָבער אין דער ווייטערדיגער בע־וועגונג פון דער ערד קומט אַלץ דער נאָרדליכער טייל מעהר גע־נייגט צו דער זון. אָנפאנג הערבסט, דעם 22טען סעפּטעמבער, איז די נאָרדליכע זייט פון דער ערד מעהר גענייגט צו דער זון און איז מעהר בעלויכטען ווי די זידליכע זייט, אָבער וואָס ווייטער



ציוכנונג 39. די פּאָזיציעס פון דער ערד אין איהר אָרביט אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר.

נייגט זיך דער נאָרדליכער טייל פון דער ערד אַלץ מעהר אָב פון דער זון. אָנפאנגענדיג פון דעם ערשטען טאָג פריהלינג בעוועגט זיך די ערד אין איהר קרייז ארום דער זון אזוי, אז איהר נאָרד־ליכע זייט ווערט אַלץ מעהר צוגענייגט צו דער זון, און ווערט אַלץ מעהר פון איהר בעלייכטעט, בעת זי קומט צו דעם פונקט, וואו איהר גאנצע נאָרדליכע זייט שטעהט דירעקט געווענדעט צו דער זון, דאָס איז דעם 21טען יולי, דער ערשטער טאָג פון זומער. דער זידליכער טייל פון דער ערד געפינט זיך אָבער דאַן אין שאָטען און

אויף איהם איז דאַן ווינטער. בעוועגענדיג זיך ווייטער אין איהר קרייז אַרום דער זון, פאַנגט שוין אָן די נאָרדליכע זייט פון דער ערד ביסלעכוויז זיך אָבנייגען פון דער זון און געהט אַלץ מעהר אַריין אין שאָטען, ביז זי קומט דעם 22טען דעצעמבער צו דעם זידליכען ווענד־פונקט, וואו די נאָרד־זייט פון דער ערד שטעהט אין שאָטען און די זידליכע זייט איהרע איז געווענדעט צו דער זון. אויף דער נאָרד זייט איז דאַן ווינטער און אויף דער זיד זייט איז זומער. פון דעם זידליכען ווענד־פונקט בעוועגט זיך די ערד ווייטער אין איהר אָרביט און איהר נאָרדליכע זייט פאַנגט זיך ביסלעכוויז אָן צונייגען צו דער זון און איהר זידליכע זייט ביס־לעכוויז אָבנייגען, א. ז. וו.

ווען די ערד געפינט זיך אין די נאָדען (די דורכשניט־פונקטען פון הימעל־עקוואטאָר מיט דעם עקליפּטיק) דאַן זיינען די טעג און די נעכט גלייך, יעדע פון זיי צו 12 שטונדען. דאָס פּאַסירט דעם ערשטען טאָג פון פריהלינג, דעם 21טען מערץ און דעם ערשטען טאָג פון הערבסט, דעם 22טען סעפּטעמבער, ווייל ביי דיעזע דורכ־שניט־פונקטען פון דעם הימעל־עקוואטאָר מיט דעם עקליפּטיק גע־פינט זיך די ערד אין אַזאַ לאַגע, דאָס די זון בעלייכטעט זי גלייך אויף ביידע זייטען פון עקוואטאָר ביז די פּאָלען. דעריבער הייי־סער דיעזע פונקטען גלייך־נאַכט פונקטען, און דער 21טער מערץ הייסט פריהלינג־גלייך־נאַכט און דער 2טער סעפּטעמבער — הערבסט גלייך־נאַכט. ווען די ערד געפינט זיך ביי דעם נאָרדליכען ווענד־פונקט — דעם 21טען יולי — איז ביי אונז דער לענגסטער טאָג פון יאָהר, אַן ערך 16 שטונדען, און די קירצסטע נאַכט. ווען די ערד געפינט זיך ביי דעם זידליכען ווענד־פונקט — דעם 22טען דעצעמבער — איז ביי אונז דער קירצסטער טאָג, אַן ערך 8 שטונדען, און די לענגסטע נאַכט. דער 21טער יולי ווערט אָנגערופען זומער־זונען־שטילשטאַנד און דער 22טער דעצעמבער — ווינטער־זונען־שטילשטאַנד. דיעזען נאָמען האָט מען זיי גע־געבען צוליעב דעם, ווייל ווען די ערד געפינט זיך ביי די ווענד־פונקטען, דוכט זיך אָב, ווי די זון איז אויף א געוויסע צייט געבלי־בען שטעהן. אין אידישע ספרים ווערען די דאָזיגע צייט־פונקטען אָנגערופען תקופות. די פריהלינגס גלייך־נאַכט רופט זיך תקופת ניסן, די הערבסט גלייך־נאַכט — תקופת תשרי, דער זומער־זונען־

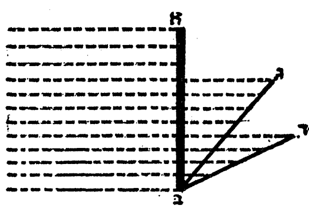
שטילשטאַנד — תקופת תמוז און דער ווינטער־זונען־שטילשטאַנד — תקופת טבת.

ווען די ערד איז נעהנטער צו דעם נאָרדליכען ווענד־פּונקט, זיינען די טעג לענגער ווי די נעכט אויף דער נאָרדליכער טייל פון דער ערד און עס איז דאָרטען ווארימער, וועהרענד אויף דעם זידליכען טייל פון דער ערד זיינען דאַן די נעכט לענגער, ווי די טעג און עס איז דאָרטען קעלטער. ווען די ערד איז נעהנטער צום זידליכען ווענד־פּונקט, זיינען אויף דעם זידליכען טייל פון דער ערד די טעג לענגער ווי די נעכט און עס איז דאָרטען ווארימער, וועהרענד אויף דעם נאָרדליכען טייל זיינען די נעכט לענגער ווי די טעג און עס איז דאָרטען קעלטער.

ווי מען קען זעהן פון דער צייכנונג 39 געפינט זיך די ערד אין דער צייט פון זומער פיעל ווייטער פון דער זון, ווי אין דער צייט פון ווינטער, און דאָך, ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס די ערד איז זומער פיעל ווייטער פון דער זון, האָבען מיר דאָך אויף איהר מעהר ליכט און מעהר ווארימקייט, ווי ווינטער, ווען זי איז פיעל נעהנטער צו דער זון. אז די ערד איז ווינטער נעהנטער צו דער זון, ווי זומער, קען זיך יעדער איבערצייגען אָהן שום מאטעמאטישע אויסרעכנונגען. די זון זעהט אונז ווינטער אויס בעדייטענד גרעסער ווי זומער. דאָס קומט דערפון, ווייל ווינטער זיינען מיר נעהנטער צו דער זון.

מיט וואָס, אלזאָ, ערקלערט זיך עס, וואָס ווען די ערד איז ווייטער פון דער זון איז איהר נאָרדליכער טייל, אויף וועלכען מיר וואוינען, מעהר בעלויכטען און ווארימער, ווי אין דער צייט, ווען זי געפינט זיך נעהנטער צו דער זון? דאָס ערקלערט זיך גאַנץ איינפאַך. די ליכטיגקייט און די ווארימקייט פון דער ערד הענגט ווייניגער אָב פון דער נאָהנטקייט פון דער זון, ווי פון דעם, אויף וויפיעל די שטראַהלען פון דער זון פאַלען אויף דער ערד אין א דירעקטער, גראַדער ריכטונג. ווען די זונען־שטראַהלען פאַלען אויף א געוויסען טייל פון דער ערד אין א גראַדער ריכטונג, דאַן איז דער טייל שטאַרקער בעלויכטען און ווארימער. ווען די זונען שטראַהלען פאַלען אָבער אויף א טייל פון דער ערד אין א שרעגער אָדער משופּע'דיגער ריכטונג דאַן וועט דיעזער טייל זיין דונקעלער בעלויכטען און קעלטער.

מיר קענען זיך פאָרשטעלען די זונען־שטראַהלען ווי בינט־לעך פעדים, וועלכע ציהען זיך פון דער זון און לאָזען זיך אראָב מיט זייערע ענדען אויף דער ערד. לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אז א בינטעל פון 10 טויזענד אזעלכע שטראַהלען־פעדים פערנעה־מען א שטח פון א קוואדראַט סענטימעטער. לאָמיר איצט נעה־מען א שטיקעל פיער־קאַנטיגע פאַפּיער וואָס האלט א קוואדראַט סענטימעטער. ווען מיר שטעלען דאָס שטיקעל פאַפּיער אוועק מיט זיין פלעכע דירעקט צו די שטראַהלען־פעדים פון דער זון, וועלען מיר אויף דעם שטיקעל פאַפּיער האָבען 10 טויזענד שטראַהלען־פעדים. ווי וועט אָבער זיין, ווען מיר זאָלען האַלטען דאָס שטי־קעל פאַפּיער א ביסעל שרעג אָדער משופּע'דיג, וועלען מיר אויך דאַן אויף איהם האָבען די זעלביגע 10 טויזענד שטראַהלען־פעדים? — ניין, עס וועלען אויף איהם פאַ־לען ווייניגער שטראַהלען־פעדים, א טייל פון די 10 טויזענד פעדים וועלען געהן איבער זיין ראַנד. דאָס קען מען קלאָר זעהן פון דער פאָלגענדער צייכנונג:



צייכנונג 40. די פערטיילונג פון ליכט־שטראַהלען אויף א גראַדע פלעכע און אויף א גענייגטע.

די האָריזאָנטאַלע שטריכען שטעלען פאָר א בינטעל שטראַהלען, דער ווערטיקאַלער שטריך, וועלכער איז בעצייכענט אויבען מיט אַ „א" און אונטען מיט א „ב", שטעלט מיט זיך פאָר דאָס קוואַ־דראַטע שטיקעל פאַפּיער. ווי עס איז צו זעהן, פאַלען אַלע שטראַה־לען אויפ'ן שטיקעל פאַפּיער ווען עס שטעהט ווערטיקאַל, אין דער ריכטונג פון „א" און „ב". עס פאַלען אָבער שוין ווייניגער שטראַה־לען אויף איהם, ווען עס שטעהט א ביסעל שרעג, אין דער ריכ־טונג פון „ג" און „ב", און נאָך ווייניגער אין דער ריכטונג פון „ד" און „ב". ווען א פלעכע איז געווענדעט דירעקט צו דער זון בעקומט זי אויף זיך מעהר שטראַהלען, און וואס מעהר שטראַה־לען עס פאַלען אויף א פלעכע אַלץ מעהר בעלויכטען איז זי און אַלץ מעהר אָנגעוואַרעמט ווערט זי. דער נאָרדליכער טייל פון דער ערד שטעהט, אמת, זומער־צייט אויף א ווייטערען מהלך פון דער זון, ווי ווינטער, אָבער די זונען־שטראַהלען פאַלען אויף איהם די־

רעקט גראַד, ווייל דער נאָרדליכער זייט פון דער ערד איז זומער צייט גראַד געווענדעט צו דער זון, דעריבער איז ער מעהר בע־לויכטען און ווארימער. אין ווינטער צייט אָבער איז דער נאָרד־ליכער טייל פון דער ערד אָבגעווענדעט פון דער זון, די זונען־שטראַהלען קומען צו איהם ניט גראַד, נאָר שרעג, עס קומען צו איהם דעריבער צו בלויז אַ טייל פון די שטראַהלען, וואָס די זון שיקט אַרויס, און דעריבער איז ער ווייניגער בעלויכטען און איז קעלטער, הגם די ערד שטעהט דאַן נעהנטער צו דער זון.

דער עקוואַטאָר (דער מיטעל־קרייז פון דער ערד) קומט אימער אויס צו דער זון, אין וועלכע לאַגע די ערד זאָל זיך ניט געפינען אין איהר אָרביט. די זונען־שטראַהלען פאַלען אימער אויף דעם עקוואַטאָר אין אַ גראַדער ריכטונג און דעריבער איז אויף דעם עק־וואַטאָר אימער היים אין די טעג און די נעכט זיינען אויף דעם עקוואַטאָר אימער גלייך. וואָס נעהנטער אָבער צו די פּאָלען אַלץ מעהר שרעג ווערען די זונען־שטראַהלען. די פּאָל־געגענדען זיינען דעריבער אפילו אין זומער־צייט שוואַך בעלויכטען און ווייניג גע־ווארימט.

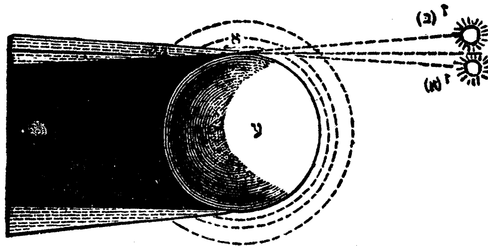
ווי מען קען זעהן פון דער צייכנונג, וואָס צייגט די לאַגע פון דער ערד אין די פערשיעדענע צייטען פון יאָהר אין איהר וועג ארום דער זון, איז יעדער פּאָל אַ האַלב יאָהר צייט אין גאַנצען אָבגעווענדעט פון דער זון און אַ האַלב יאָהר צייט אימער געווענ־דעט צו איהר. אויף די פּאָלען איז דעריבער אַ האַלב יאָהר כסדר טאָג און אַ האַלב יאָהר כסדר נאַכט. אויף די פּאָלען עקזיסטירט אַלזאָ אין משך פון יאָהר בלויז איין טאָג און בלויז איין נאַכט, אַ טאָג פון 6 חדשים און אַ נאַכט פון 6 חדשים. אין דער צייט, וואָס די ערד איז געניינט צו דעם נאָרדליכען העלפט פון דעם עקליפּ־טיק איז אויף דעם נאָרד־פּאָל כסדר טאָג און אויף דעם זיד־פּאָל כסדר נאַכט; ווען די ערד אָבער איז געניינט צו דער זידליכער העלפט פון עקליפטיק איז אויף דעם זיד פּאָל כסדר טאָג און אויף דעם נאָרד פּאָל כסדר נאַכט.

עס דאַרף אָבער בעמערקט ווערען, אז די לאַנגע 6 חדשים׳דיגע נאַכט, וואָס עס הערשט אויף דעם נאָרד־פּאָל אָדער אויף דעם זיד־פּאָל, איז ניט פינסטער די גאַנצע 6 חדשים. צוליעב דער

רעפראַקציאָן פון די זונען שטראַהלען איז א גרויסער טייל פון דער לאַנגער נאַכט פון נאָרד פּאָל אָדער פון זיד פּאָל ליכטיגער, ווי זיי האָבען געדאַרפט זיין אין דער ווירקליכקייט.

דאָס וואָרט רעפראַקיצאָן ווערט בענוצט צו בעצייכענען די טבע פון די זונען־שטראַהלען זיך אָבצונייגען פון זייער גראַדע ריכטונג, ווען זיי געהען דורך דער לופט, וואָס רינגעלט ארום די ערד. ר ע פ ר א ק צ י א ן, מיינט די אָבנייגונג אָדער די ברעכונג פון די זונען־שטראַהלען. צוליעב דעם, וואָס די זונען־שטראַהלען ווערען אָבגענייגט פון זייער גראַדער ריכטונג, געהענדיג דורך דער לופט, ווערט עס ניט מיט אַמאָל פינסטער אויף דער ערד, ווען די זון איז אונטערגעגאַנגען, נאָר עס בלייבט נאָך איבער אויף א לענגערע צייט א שוואַכע ליכט, וואָס מען רופט בין־השמשות ליכט אָדער דעמערונג. דאָס קומט דערפון וואָס, ווען די זון איז שוין אונטערגעגאַנגען זיינען נאָך געבליבען אויף דער ערד איהרע שטראַהלען, וועלכע האָבען זיך אָבגענייגט פון זייער גראַדער ריכטונג.

די פאָלגענדע צייכנונג וועט עס קלערער מאַכען :



צייכנונג 41. די אָבנייגונג פון די זונען־שטראַהלען.

דער אות „ע" בעצייכענט די ערד. דער אות „א" בעצייכענט דעם פּלאַץ, וואו דער בעאָבאַכטער שטעהט. „ז(א)" בעצייכענט די זון וואָס האָט אָקאָרשט געענדיגט אונטערגעהן. ווען די זונען־שטראַהלען וואָלטען דורך דער לופט געגאַנגען גראַד און זיך ניט אָבגענייגט פון זייער ריכטונג, וואָלטען די שטראַהלען פון דער זון, אין דער לאַגע ווי זי געפינט זיך אויף דער צייכנונג, געגאַנגען אין דער גראַדער ריכטונג פון „ז(א)—א", און מיט דעם אונ־

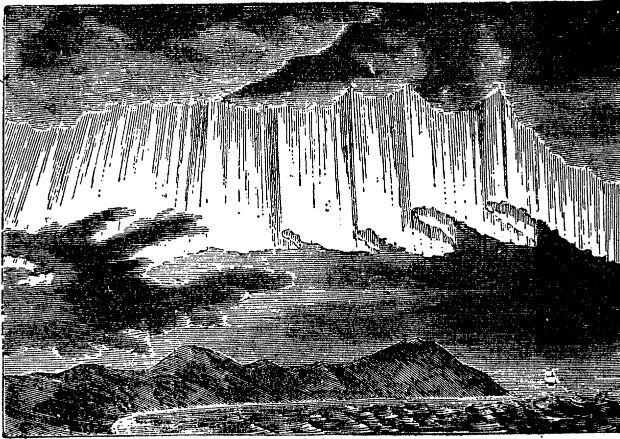
טערגאנג פון דער זון אונטער דעם האָריזאָנט וואָלטען פערשוואונ־
דען געווארען איהרע שטראַהלען און עס וואָלט געווארען פינסטער.
צוליעב דעם אָבער, וואס די זונען־שטראַהלען נייגען זיך אָב, גע־
הענדיג דורך די לופט, נעהען די זונען־שטראַהלען ניט אין דער
גראַדע ריכטונג „ז(א)—א“, נאָר אין דער געני'יגטער ריכטונג
„ז(ב)—א“. דאָס הייסט, ווען די זון האָט זיך שוין ארונטערגע־
לאָזען אונטער דעם האָריזאָנט שיקט זי נאָך אַלץ שטראַהלען אויף
דער ערד און די ערד בלייבט דעריבער נאָך א לענגערע צייט בע־
לויכטען נאָכדעם, ווי די זון איז אונטערגעגאַנגען. דאָס זעלבע
איז אויך ביי זון אויפגאַנג. איידער די זון איז נאָך אויפגעגאַנגען
פאַנגט שוין אָן ווערען ליכטינלעך, עס פאַנגט אָן בעגינען אָדער
סאַריען אויף טאָג. דאָס זיינען די געניינגטע זונען־שטראַהלען,
וועלכע פאַנגען זיך אָן ווייזען אויף דער ערד, איידער די זון האָט
זיך נאָך בעוויזען אויפ'ן הימעל.

אָט צוליעב דער דאָזיגער ערשיינונג, וואָס ווערט בעצייכענט
מיט'ן וואָרט „רעפראַקציאָן“, ווערט די לאַנגע נאַכט אויף די פּאָלען
פון דער ערד פערקירצט. ווען די זון געהט אונטער אויף דעם
נאָרד־פּאָל אָדער אויף דעם זיד־פּאָל, פאַנגט זיך אָן א לאַנגער
בין השמשות, איידער עס ווערט אין גאַנצען פינסטער און די
לאַנגע נאַכט קומט אָן. און איידער די לאַנגע נאַכט ענדיגט זיך,
פאַנגט זיך אָן א לאַנגער פארטאָג, א סאַריען אויף טאָג. אמת'ע
פינסטערע נאַכט האָט מען דעריבער אויף די פּאָלען בלויז ארום
2½ חדשים. אויף דעם נאָרד־פּאָל פאַנגט אָן צו טאָגען (סאַריען
אויף טאָג) דעם 29טען יאנואר, וועהרענד די זון געהט דאָרטען אויף
ערשט דעם 16טען מערץ. די זון לייכט דאַן אָהן אָן אויפהער
ביז דעם 24טען סעפּטעמבער, נאָכדעם פאַנגט זיך אָן בין השמשות
וועלכע דויערט ביז אונגעפעהר דעם 12טען נאָוועמבער, ווען עס
ווערט פּאָלשטענדיג נאַכט.

די לאַנגע נעכט פון די פּאָלאַר־געגענדען קריעגען אויך אָפט
א בעלייכטונג פון דעם פּאָלאַר־ליכט (אויראָרא).

דאָס פּאָלאַר־ליכט איז איינע פון די וואונדערליכסטע און
פרעכטיגסטע נאַטור־ערשיינונגען, וועלכע איז נאָך ניט אין גאַנצען
אויפגעקלערט געווארען. דאָס פּאָלאַר־ליכט איז א בעצויבערענד
שעהנע ליכט־ערשיינונג, וועלכע קומט פאָר אין די געגענדען, וועל־

בע זיינען נאָהנט צו די ערד־פּאָלען. דאָס פּאָלאַר־ליכט ערשיינט אין צווייערליי פאָרמען: אמאָל ערשיינט עס אין דער פאָרם פון אַ האלבען קרייז־בויגען אָדער ווי אַ רונדער טויער, וואָס זיינע ענדען שטעהען אויף דעם האָריזאָנט און זיין געוועלב פערשפּרייט זיך אויפ'ן הימעל ביי אַ הויך פון 150 אָדער 200 קילאָמעטער. זיין קאָליר איז רויטליך אָדער פּורפּור מיט אַ דונקעלען זוים און פון אלע זייטען שטראָמען ליכט־שטראַהלען פון פערשיעדענע פאַר־בען, וועלכע הויבען זיך און טאַנצען ווי כוואַליעס. אַן אַנדערס



ציינונג. 42. דאָס נאָרד־ליכט (אויראָרא־מאָרעאַליס).

מאָל ערשיינט דאָס פּאָלאַר־ליכט אין דער פאָרם פון אַ געפאַלב־טען ברייטען באַנד אָדער ווי אַ ריעזיגע פלאַטערענדע פאָהן, וועל־כע פאַלבט זיך און קנייטשט זיך ווי פון אַ ווינד און שיקט שטראָ־מען ליכט פון פערשיעדענע פארבען פון אלע זייטען. דיעזע פּרעכ־טיגע ליכט־ערשיינונג האַלט מאַנכעס מאָל אַן עטליכע טעג נאָכ־אַנאַנד און זי ברעכט אונטער די פינסטערניש פון דער לאַנגער איינטאָניגער פּאָלאַר נאַכט.

דאָס פּאָלאַר־ליכט ערשיינט אמאָל אויך אין די אַנדערע גע־גענדען פון דער ערד, אויסער די פּאָלאַר געגענדען, אָבער דאָס

קומט פאַר זעלטען. אין די פּאָלאַר געגענדען אָבער איז דאָס דאָזיגע ליכט אַן אָפטע ערשיינונג. דאָס פּאָלאַר־ליכט, וואָס ערשיינט אין די געגענדען פון נאָרד־פּאָל ווערט אָנגערופען נאָרד־ליכט אָדער אויראָראַ מאָרעאַליס, וועהרענד דאָס פּאָלאַר ליכט, וואָס ערשיינט אין די געגענדען פון זיד־פּאָל ווערט אָנגערופען זיד־ליכט אָדער אויראָראַ אויסטראַליס.

עס זיינען פאַראַן פיעלע בעווייזע, אַז די אויראָרא איז פערבונדען מיט די עלעקטרישע און מאַגנעטישע ערשיינונגען פון דער ערד. אין דער צייט, וואָס די אויראַרא שיינט בעמערקט מען, אַז דער עלעקטרישער שטראָם, וואָס פליסט אין די טעלעגראַף־דראָטען ווערט זעהר אונרעגעלמעסיג. אין די נעהנטסטע געגענדען צו דער אויראָרא ווערט זאָגאַר אין דער צייט אָפט אונמעגליך צו שיקען דעפּעשען, אַזוי אונרעגעלמעסיג ווערט דער עלעקטרישער שטראָם. די מאַגנעטישע נאָדעל ווערט אונרוהיג און האַלט אין איין שווינגען. מען האָט דעריבער אמאָל גערעכענט, אַז די אויראָראַ איז אַן עלעקטרישע און מאַגנעטישע ערשיינונג. מען האָט אָנגענומען, אַז עלעקטרישע שטראָמען פליסען דורך דער לופט פון איין ערד פּאָל צום צווייטען און דערפון ווערט געשאַפען די זעלטענע ליכט־ערשיינונג, וועלכע מען האָט אַ נאָמען געגעבען פּאָלאַר ליכט. די שפּעטערדיגע אונטערזוכונגען האָבען אָבער בעוויזען, אַז ניט די עלעקטריציטעט פון דער ערד איז די אורזאַכע פון דער אויראָראַ. עס קען זיין, אַז אויך די עלעקטריציטעט פון דער ערד האָט אַן אַנטייל אין דער ערשיינונג, אָבער זי איז ניט די הויפּט־אורזאַכע. אַ בעשטימטע פעסטגעשטעלטע ערקלערונג וועגען דער אויראָרא איז נאָך ביז היינט ניטאָ.

מיר האָבען דאָ ערקלערט, אַז די ליכטיגקייט און די וואַרימקייט פון דער ערד העננט הויפּטזעכליך אָב פון דעם ווי עס פאַלען אויף איהר די שטראַהלען פון דער זון, ווען זיי פאַלען אויף איהר גראַד, דאַן איז זי מעהר בעלויכטען און וואַרימער, ווען זיי פאַלען אָבער אויף איהר אין אַ שרעגע ריכטונג, דאַן איז זי וועניגער בעלויכטען און קעלטער. עס דאַרף אָבער אויך דערביי געזאָגט ווערען, אַז די נאָהנטקייט פון דער ערד צו דער זון האָט אין אַ געווויסער מאָס אויך אַ ווירקונג אויף איהר טעמפּעראַטור. אַזוי ווי די ערד געפינט זיך ווינטער צייט נעהנטער צו דער זון און זומער

צייט ווייטער פון דער זון, דעריבער איז דער זומער פון דעם זיד־ליכען טייל פון דער ערד וואַרימער ווי אונזערע פון נאָרדליכען טייל און דער ווינטער איז דאָרטען קעלטער ווי אונזערער, ווייל אויף דעם זידליכען טייל פון דער ערד איז זומער, ווען ביי אונז, אויפ'ן נאָרדליכען טייל איז ווינטער, און דאָס זעלבע איז אויף דעם זיד־ליכען טייל פון דער ערד ווינטער, ווען ביי אונז אויף דעם נאָרד־ליכען טייל איז זומער. די טעמפּעראַטור פון דעם זידליכען טייל פון דער ערד ווערט אָבער עטוואָס געמילדערט דורך דעם, וואָס דער זידליכע טייל פון דער ערד איז בע־דעקט מיט מעהר ימים, ווי דער נאָרדליכער טייל, און וואַסער מיל־דערט די טעמפּעראַטור, עס שוואַכט אָב די היצען און אויך די קעלטען.



ציי‏כנונג 43. פּאָל־קרייזען, טראָפּיקען און צאָנען.

לויט דער טעמפּעראַטור אָדער קלימאַט, וואָס עס הערשט אויף די פערשיעדענע טיילען פון דער ערד, ווערט דער ערד־קוגעל איינ־געטיילט אין פינף טיילען, וועל־כע ווערען אָנגערופען צאָנען (פּאַ־סען, גאַרטלען).

דער מיטעלסטער פּאַס פון דער ערד, פון ביידע זייטען פון עקוואַטאָר, ווערט אָנגערופען די הייסע צאָנע. ער פערנעהמט אַ שטח פון 47 גראַד — 23½ גראַד פון יעדער זייט פון דער עקוואַ־טאָר ליניע. די גרענעץ־ליניע פון דער הייסער צאָנע ווערען אָנגע־רופען די טראָפּיקען. די גרענעץ־ליניע, וועלכע איז 23½ גראַד פון דער צפון זייט פון דער עקוואַטאָר ליניע ווערט אָנגערופען די טראָפּיק פון קרעבס, און די גרענעץ־ליניע, וועלכע איז 23½ גראַד פון דרום זייט פון דער עקוואַטאָר ליניע — די טראָפּיק פון שטיינ־באָק. זיי ווערען אַזוי גערופען, ווייל ווען דער נאָרדליכער טייל פון דער ערד איז געניינט צו דער זון איז זי (די זון) אונטער דעם מזל סרטן (קרעבס), און ווען דער זידליכער טייל פון דער ערד איז געניינט צו דער זון איז זי אונטער דעם מזל גדי (שטיינבאָק). די פּאַסען, וועלכע פערנעהמען אַ שטח פון 23½ גראַד ביי יעדען

פּאָל פון דער ערד, ווערען אָנגערופען די **קאַלטע צאָנען**. און די פּאַ־סען, וועלכע ליעגען צווישען דער הייסער צאָנע און צווישען די קאַלטע צאָנען, און וואָס יעדער פון זיי פערנעהמט א שטח פון 43 גראַד, ווערען אָנגערופען די **מעסיגע צאָנען**. די ליניען, וואו עס ענדיגען זיך די מעסיגע צאָנען און עס פאַנגען זיך אָן די קאַלטע צאָנען ווערען אָנגערופען די **פּאָל קרייזען**.

אום צו זיין מעהר פּינקטליך דאַרף מען זאָגען, אז די צאָנען ווערען איינגעטיילט ווי פאָלגט: די הייסע צאָנע פערנעהמט א שטח פון 46 גראַד מיט 54 מינוטען — 23 גראַד מיט 27 מינו־טען פון יעדער זייט פון עקוואַטאָר; יעדע איינע פון די קאַלטע צאָנען — 23 גראַד מיט 27 מינוטען און יעדע פון די מעסיגע צאָנען — 43 גראַד מיט 6 מינוטען.

אין דער הייסער צאָנע איז אימער זומער. אין די קאַלטע צאָנען איז אימער ווינטער, און אין די מעסיגע צאָנען האָבען מיר פיער פערשיעדענע יאָהרעס־צייטען: פריהלינג, זומער, הערבסט און ווינטער.

די צייט־רעכנונג.

זעכצעהנטער קאפיטעל

דאָס זידערישע יאָהר אָדער שטערען־יאָהר. — דאָס טראָפּי־שע יאָהר אָדער בירגער יאָהר. — דאָס פּלאַטאָנישע יאהר. — די עבור יאָהרען. — דער קאַלענדאַר (לוח). — דער יוליאַני־שער קאַלענדאַר און דער גרעגאָריאַנישער. — ווי מען קען אויסגעפינען דעם דאַטום פון מאָנאַט פאַר יעדען טאָג. — די אידישע צייט־רעכנונג.

מיר ווייסען, אז די ערד פערענדיגט איהר אומקרייז ארום דער זון אין א משך פון א יאָהר. און אויסרעכנענדיג די לענג פון דעם קרייז־וועג, געפינט מען, אז די ערד בעוועגט זיך ארום דער זון מיט א געשווינדקייט פון אן ערך 160 טויזענד קילאָ־מעטער אין א שטונדע. די לענג פון דעם קרייז וועג איז 930 מיליאָן קילאָמעטער און די ערד לויפט דורך דיעזען לאַנגען וועג אין א יאָהר. וויפיעל איז אָבער א יאָהר? — געוועהנליך רעכענט זיך א יאָהר 365 טעג. דער וועג פון דער ערד ארום דער זון דויערט אָבער 365 טעג, 6 שטונדען, 9 מינוטען און 9½ סעקונדען. דאָס איז די פּינקטליכע צייט, וואָס עס נעהמט די ערד ארומצו־קרייזען די זון און זיך אומצוקעהרען צו דעמזעלביגען פונקט, פון וועלכען זי האָט איהר קרייז־וועג אָנגעפאנגען. דיעזער משך פון צייט ווערט אָנגערופען דאָס זידערישע יאָהר אָדער שטערען יאָהר. עס איז אָבער פריהער בעמערקט געוואָרען, ווען עס איז גערעדט געווארען וועגען דער שיינבארער איבעררוקונג פון די מזלות, אז אויסער דער יעהרליכער בעוועגונג פון דער ערד ארום דער זון, האָט זי נאָך אן אנדער בעוועגונג ארום דער זון, וואס דויערט איהר נאָהנט פון 26 טויזענד יאָהר (25,870), און וועלכע ווערט אָנגערופען דאָס פּלאַטאָנישע יאָהר. צוליעב דיעזער בעווע־גונג קומט עס אויס אראָבצורעכענען פון דעם „שטערען יאהר" אן ערך פון 20 מינוטען און 5 סעקונדען. דער פריהלינגס־פונקט,

פון וועלכען מיר רעכענען דעם אָנפאַנגס־פּונקט פון דעם קרייז־וועג פון דער ערד ארום דער זון, איז ניט קיין בעשטענדיגער, ווייל יעדעס יאָהר רוקט זיך די ערד אביסעלע אָב פון איהר פריהער־דיגען פריהלינגס־פּונקט, ערשט אין 26 טויזענד יאָהר קומט זי צוריק פּינקטליך צו דעם זעלביגען פריהלינגס־פּונקט, פון וועלכען זי איז ארויסגעגאנגען. אויף דעם אופן קומט אויס, אז די בע־וועגונג פון דער ערד פון פריהלינגס־פּונקט פון איין יאָהר ביז צום פריהלינגס־פּונקט פון נעקסטען יאָהר דויערט 365 טעג, 5 שטונ־דען, 48 מינוטען און 46 סעקונדען. אזא יאָהר ווערט אָנגערופען דאָס טראָפּישע יאָהר אָדער בירגער יאָהר און לויט איהם מאַכען מיר אונזערע צייט־רעכנונגען. כדי אונזערע צייט־רעכנונגען זאָ־לען קענען געמאכט ווערען לייכטער, האָבען מיר אָנגענומען, אז א יאָהר איז 365 טעג. נאָר אזוי ווי עס בלייבען דאָך איבער שטונ־דען, מינוטען און סעקונדען, מאכט מען, אז יעדעס 4טע יאָהר פון די יאָהרען, וואָס טיילט זיך גלייך אויף 4 אָהן א רעשט, זאָל זיין 366 טעג, עס הייסט אן עבור יאָהר. דער חדש פעברואר, וואָס איז געוועהנליך נור 28 טעג, איז דאַן 29 טעג. אָבער עס גלייכט זיך נאָך אַלץ ניט אויס די צייט. אין 4 יאָהר קלייבען זיך צונויף 23 שטונדען, 15 מינוטען און 4 סעקונדען, און ווען מיר מאַכען אַלע 4 יאָהר אן עבור יאָהר פון 366 טעג, פעהלט אונז דאָך אויס 44 מינוטען מיט 56 סעקונדען יעדע 4 יאָהר אָדער 11 מינוטען און 14 סעקונדען א יאָהר, וואס אין אן ערך פון 129 יאָהר קלייבט זיך אָן א גאנצער טאָג. אום דיעזען פעהלער אויסצוגלייכען ווערען די שלום־יאהרען פון יאָהר־הונדערטע, וועלכע טיילען זיך ניט אויף די צאָהל 400, געמאכט פאר איינפאכע יאָהרען און ניט קיין עבור־יאָהרען. דער יאָהר 1600, וועלכער טיילט זיך אויף די צאָהל 400 איז געווען אן עבור יאָהר (366 טעג), אָבער די יאָהרען 1700, 1800 און 1900 זיינען געווען איינפאכע (365 טעג). דאָס יאָהר 2000 וועט זיין אן עבור יאָהר. דורך דיעזע אויסבעסערונג איז דער צייט־פעהלער כמעט ווי אויסגעגליכען געוואָרען, אָבער דאָך ניט אין גאנצען. אין 400 יאָהר פעהלען אויס 2 שטונדען מיט 53 מינוטען, ווייל 400 „טראָפּישע“ אָדער „בירגער“ יאָהרען זיינען גלייך 146,096 טעג מיט 21 שטונדען און 7 מינוטען, וועהרענד 400 קאַלענדאר יאָהרען זיינען גלייך 146,097 טעג. עס ווערט

דעריבער פארגעשלאגען, אז אלע 3600 אדער אלע 3200 יאהר זאל ארויסגעווארפען ווערען אן עבור יאהר און דאן וועט זיך עס אויס־גלייכען. אבער וועגען דיעזער אויסגלייכונג דארפען מיר איצט ניט זארגען. עס וועט זארגען וועגען דעם דער דור וואס וועט לע־בען אין יאהר 3200 אדער אין יאהר 3600.

צוליעב דער אונפינקטליכקייט אין אויסרעכענען די יאהרען אין מינוטען און סעקונדען זיינען אמאל ארויסגעקומען גרויסע פלאנטערס אין דער צייט־רעכנונג. רעכענענדיג א יאהר בלויז 365 טעג, האבען זיך אין א פערלויף פון א פאר הונדערט יאהר אנגע־קליבען פון די ניט גערעכענטע שטונדען, מינוטען און סעקונדען א שעהן ביסעל איבריגע טעג, וועלכע מען האט פערפעהלט צו צעהלען. עס האט אין גאנצען אויפגעהערט צו שטימען די צייט־רעכנונג מיט דער בעוועגונג פון דער ערד ארום דער זון, אדער מיט דער בעווע־גונג פון דער זון ארום דער ערד, ווי מען האט דאן געגלויבט. אין די צייטען פון יוליוס צעזאר, דער קייזער פון רוים, אין יאהר 47 פאר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג, האט די צייט־רעכנונג ניט גע־שטימט מיט גאנצע 67 טעג. יוליוס צעזאר האט מיט דער הילף פון די אסטראנאמען פון יענער צייט געמוזט רעפארמירען דעם לוח. ער האט גענומען די 67 אנגעקליבענע טעג און האט זיי צוגערע־כענט צו דעם יאהר 46 (פאר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג), און האט דעם 24טען מערץ בעשטימט, אלס דעם ערשטען טאג פון פריהלינג (ווען טאג און נאכט זיינען גלייך). די דורכשניטליכע לענג פון יאהר איז בעשטימט געווארען אלס 365 טעג מיט א פיערטעל און די צייט־רעכנונג זאל געמאכט ווערען אויף דעם פאלגענדען אופן: דריי יאהר נאך דער רייה זאלען זיין איינפאכע, וועלכע צעהלען צו 365 טעג און דאס 4טע יאהר זאל זיין אן עבור יאהר — 366. דיעזע צייט־רעכנונג ווערט אנגערופען די יוליא־נישע און דער לוח, וואס ווערט צונויפגעשטעלט לויט דיעזער צייט־רעכנונג ווערט גערופען דער יוליאנישער קאלענדאר.

ווי עס איז אבער שוין פריהער אנגעוויזען געווארען, שטימט ניט דיעזע צייט־רעכנונג. די לענג פון א יאהר איז ניט 365 טעג מיט 6 שטונדען, נאר 365 טעג מיט 5 שטונדען, 48 מינוטען און 46 סעקונדען, און ווען מען רעכענט א יאהר 365 טעג מיט 6 שטונדען פעהלען אויס 11 מינוטען און 14 סעקונדען, וואס פון

זיי קלייבט זיך אָן אין אַ משך פון 129 יאָהר אַ גאַנצער טאָג, און אין עטליכע הונדערט יאָהר עטליכע טעג.

אין עטליכע הונדערט יאָהר ארום נאָך דעם ווי יוליוס צעזאר האָט רעפאָרמירט דעם קאַלענדאר האָט מען זיך טאַקע ארומגע־זעהן, אַז די צייט־רעכנונג שטימט ווידער ניט. ווען פריהער, איידער יוליוס צעזאר האָט רעפאָרמירט דעם לוח איז דער ערשטער טאָג פון פריהלינג (ווען טאָג און נאַכט זיינען גלייך) אויסגעקומען צו שפעט, איז ער אין עטליכע הונדערט יאָהר ארום נאָך יוליוס צעזאר שוין אויסגעקומען צו פריה. אין יאָהר 1582, למשל, האָט דער ערשטער טאָג פון פריהלינג געדארפט אויסקומען דעם 11טען מערץ, וועהרענד יוליוס צעזאר האָט איהם בעשטימט פאר דעם 24טען מערץ. אום אויסצוגלייכען דעם פעהלער האָט דער פאַפּסט גרעגאָר דער 13טער אין יאָהר 1582 ארוקגעגעבען די צייט אויף 10 טעג אין פאָראויס, ער האָט דעם 5טען אָקטאָבער געהייסען ווערען דעם 15טען אָקטאָבער און ממילא איז דער ערשטער טאָג פון פריהלינג שוין אויסגעקומען דעם 21טען מערץ. נאָר כדי עס זאָל זיך אין פערלויף פון דער צייט ניט ווידערהאָלען דער אַלטער פעהלער, האָט ער פון די שלום־יאָהרען פון די יאָהר־הונדערטע, וועלכע טיילען זיך ניט גלייך אויף די צאָהל 400, אוועקגענומען דעם עבור יאָהר, ווי עס איז פריהער ערקלערט געווארען. דיעזע צייט רעכנונג הייסט די גרעגאָריאַנישע און דער לוח, וואָס ווערט צונויפגעשטעלט לויט דיעזער צייט רעכנונג, הייסט דער גרעגאָריאַנישער קאַלענדאַר. כמעט אין אַלע לענדער, אויסער אין רוסלאַנד און אין גריכענלאַנד, איז אָנגענומען געווארען דער גרעגאָריאַנישער קאַלענדאר. אין רוסלאַנד און אין גריכענלאַנד רעכענט מען אָבער נאָך ביז איצט די צייט לויט דעם אַלטען יוליאַנישען קאַלענדאר און דערפון קומט דער אונטערשיעד אין די 13 טעג, וואָס דער רוסישער קאַלענדאר איז צוריקגעבלי־בען. ווען אין רוסלאַנד זאָל ניט געענדערט ווערען דער קאַלענ־דאר*), וועט אין יאָהר 2100 דער רוסישער קאַלענדאר שוין זיין ריק־

*) דורך די רוסישע רעוואָלוציע איז אויך רעוואָלוציאָניזירט געוואָ־רען דער אַלטער רוסישער קאַלענדאַר. די באָלשעוויסטישע רעגירונג פון לענין און טראָצקי האָט בעשלאָסען איינצופיהרען אין רוסלאַנד דעם גרע־גאָריאַנישען קאַלענדאַר.

שטענדיג אויף 14 טעג. לויט דעם גרעגאָריאַנישען קאַלענדאַר וועט דאָס יאָהר 2100 זיין אַן איינפאַכער יאָהר (365 טעג), ווייל ער טיילט זיך ניט גלייך אויף די צאָהל 400, ווערענד לויט דעם יוליאַנישען קאַלענדאַר, וואָס ווערט געברויכט אין רוסלאַנד, וועט דאָס יאָהר 2100 זיין אַן עבור יאָהר. ביז 1900 איז דער רוסישער קאַלענדאַר געווען ריקשטעליג בלויז אין 12 טעג, אָבער אין יאָהר 1900 איז ער געוואָרען ריקשטעליג שוין אויף 13 טעג, ווייל לויט דעם גרעגאָריאַנישען קאַלענדאַר איז דאָס יאָהר 1900 געווען אַן איינפאַכער יאָהר, ווערענד לויט דעם יוליאַנישען קאַלענדאַר איז ער געווען אַן עבור יאָהר.

כדי צו בעשטימען אין וועלכען דאַטום פון מאָנאַט, יעדער טאָג פון וואָך אין יעדען יאָהר קומט אויס, האָט מען יעדען טאָג פון דער וואָך בעצייכענט מיט א בוכשטאַב פון דער אַ־בע־צע (איי־ביי־סי), אָנפאַנגענדיג פון ערשטען יאַנואַר. דער טאָג פון וואָך וואָס פאַלט אויס דעם 1טען יאַנואַר ווערט בעצייכענט מיט A, דער צווייטער טאָג מיט B, דער דריטער מיט C, דער פיער־טער מיט D, דער פינפטער מיט E, דער זעקסטער מיט F און דער זיבעטער מיט G. און נאָכדעם פאַנגט זיך פון דאָס ניי — דער 8טער יאַנואַר A דער 9טער B א. ז. וו. יעדער טאָג פון וואָך פון דעם בעטרעפענדען יאָהר האָט זיך זיין בוכ־שטאַב. דער בוכשטאַב וואָס בעצייכענט דעם טאָג פון ערשטען זונטאָג ווערט אָנגערופען זונטאָגס־בוכשטאַב. אַזוי ווי אַן איינפאַכער יאָהר (365 טעג) האָט 52 וואָכען און 1 טאָג, קומט עס אויס, אַז דער לעצטער טאָג פון יאָהר האָט דעמזעלביגען בוכשטאַב ווי דער ערשטער. ווען דער טאָג פון ערשטען יאַנואַר, למשל, האָט דעם בוכשטאַב D, וועט אויך דער טאָג פון 31טען דעצעמבער האָבען דעם בוכשטאַב D. זאָגען מיר צום ביישפּיעל, אַז דער ערשטער יאַנואַר איז דיענסטאַג. דיעזער טאָג ווערט, אַלזאָ, בעצייכענט מיט דעם בוכשטאַב A, דער ערשטער זונטאָג פון דיעזען יאָהר וועט אויף דעם אופן בעצייכענט מיט דעם בוכשטאַב F. דער זונטאָג־בוכשטאַב פון דעם יאָהר, וועט, אַלזאָ, זיין F. דער 31טער דעצעמבער פון דעם יאָהר וועט זיין דער־זעלביגער טאָג פון וואָך, וואָס דער ערשטער יאַנואַר — דיענסטאָג הייסט עס, און האָט דעם בוכשטאַב A. דער ערשטער יאַנואַר

פון נעקסטען יאָהר וועט זיין, לויט דעם חשבון, מיטוואָך. אַלס דער ערשטער טאָג פון דעם נייעם יאָהר וועט מיטוואָך בעצייכענט ווערען מיט דעם בוכשטאַב **A**, און דער ערשטער זונטאַג אין יאַנואַר וועט אויף דעם אופן בעצייכענט ווערען מיט'ן בוכשטאַב **A**. דער „זונטאַגס-בוכשטאַב“ האָט זיך, אַלזאָ, גערוקט אויף איין בוכשטאַב צוריק. דאָס איז אין אַן איינפאַכען יאָהר. ווען עס איז אָבער אַן עבור יאָהר (566 טעג), רוקט זיך דער „זונטאַגס-בוכשטאַב“ אויף צוויי בוכשטאַבען צוריק, ווייל אין אַן עבור יאָהר גיט מען דעם 23טען און 24טען פעברואר דיזעלביגע בוכשטאַבען. ווען דאָס ערשטע יאָהר, וועגען וועלכען מיר האָבען גערעדט, אז דער ערשטער יאַנואַר איז אויסגעפאַלען דיענסטאַג, זאָל האָבען געווען אַן עבור יאָהר, דאַן וועט דער 31טער דעצעמבער פון דעם יאָהר זיין מיטוואָך, ווייל אַן עבור יאָהר האָט 52 וואָכען מיט 2 טעג. דער ערשטער יאַנואַר פון דעם נעקסטען יאָהר וועט שוין זיין דאָנערשטאַג און ווערענדיג בעצייכענט מיט'ן בוכשטאַב **A**, וועט דער ערשטער זונטאַג פון דיעזען יאָהר האָבען דעם בוכשטאַב **D**, דער „זונטאַגס-בוכשטאַב“ האָט זיך, אַלזאָ, צוריקגערוקט אויף צוויי בוכשטאַבען. אַן עבור יאָהר האָט אַלזאָ צוויי „זונטאַגס-בוכשטאַבען“, איינעם פון פאַר דעם 23טען פעברואר און דעם צווייטען פון נאָך דעם 23טען. ווי עס איז צו זעהן, ענדערען זיך די בוכשטאַבען פון די וואָכען-טעג יעדען נייען יאָהר. אין פערלויף פון 28 יאָהר, אָבער, קעהרען זיי זיך אום צוריק צו זייער פריהערדיגער אָרדנונג. מען רופט אזא פעריאָדע פון 28 יאָהר דער ציקלוס אָדער צירקעל פון די זונטאַגס-בוכשטאַבען. ווען מיר נעהמען אָט דאָס יאָהר, וועגען וועלכען מיר האָבען גערעדט, אז דער ערשטער זונטאַג אין יאַנואַר האָט געהאַט דעם בוכשטאַב **F**, דאַן וועט אין 28 יאָהר אַרום ווידער דער ערשטער זונטאַג אין יאַנואַר האָבען דעם בוכשטאַב **F**. די צאָהל, וואָס גיט אָן וועגען וועלכען עס איז יאָהר דאָס וויפיעלסטע עס איז אין דער דאָזיגער 28-יעהריגער פעריאָדע ווערט אָנגערופען זונען-צירקעל. אום אויסצוגעפינען דיעזע צאָהל, דאַרף מען צו דער בעטרעפענדער יאָהר-צאָהל צולעגען די צאָהל 9 און נאָכדעם טיילען די נייע ערהאַלטענע צאָהל אויף 28. דער רעשט, וואָס בלייבט פון דער טיילונג, גיט די געזוכטע צאָהל אָדער דעם זונען-צירקעל.

ווען מען וויל, למשל, אויסגעפינען דעם זונען־צירקעל פאַר דעם יאָהר 1917, דאַן לעגט מען צו צו דער צאָהל 1917 די צאָהל 9 און די בעקומענע צאָהל 1926 טיילט מען אויף 28 און דער רעשט 22, וואָס בלייבט איבער, צייגט אָן, אז דאָס יאָהר 1917 איז דאָס 22טע יאָהר פון זונען־צירקעל.

פון דער פאָלגענדער טאַבעלע קען מען אויסגעפינען יעדען זונ־טאַגס־בוכשטאַב און ממילא יעדען טאָג פון דער וואָך אין יעהר וואָס פאר א דאַטום ער האָט געהאַט אָדער וועט האָבען.

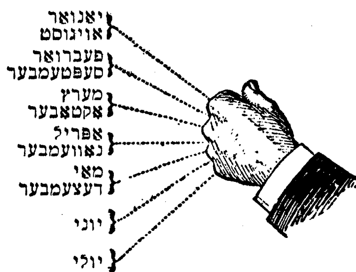
זונען־צירקעל	זונטאַגס־בוכשטאַבען פאַר די יאָהרען פון 1801 ביז 1900	זונטאַגס־בוכשטאַבען פאַר די יאָהרען פון 1901 ביז 2100	זונען־צירקעל	זונטאַגס־בוכשטאַבען פאַר די יאָהרען פון 1801 ביז 1900	זונטאַגס־בוכשטאַבען פאַר די יאָהרען פון 1901 ביז 2100
1	ED	FE	15	A	B
2	C	D	16	G	A
3	B	C	17	FE	GF
4	A	B	18	D	E
5	GF	AG	19	C	D
6	E	F	20	B	C
7	D	E	21	AG	BA
8	C	D	22	F	G
9	BA	CB	23	E	F
10	G	A	24	D	E
11	F	G	25	CB	DC
12	E	F	26	A	B
13	DC	ED	27	G	A
14	B	C	28	F	G

די צאָהלען פון דער טאַבעלע צייגען אָן די 28 יאָהר פון א זונען־צירקעל. די בוכשטאַבען צייגען וואָס פאַר א בוכשטאַב די זונטאַגס פון יעדען יאָהר האָבען. די דאָפּעלטע בוכשטאַבען צייגען אָן די זונטאַגס פון די עבור יאָהרען.

וויל מען, למשל, אויסגעפינען וואָס פאַר א טאָג פון וואָך עס איז געוועזען דער 1טער יאַנואַר אין 1903, דאַן לעגט מען צו די צאָהל 9 צו 1903, די בעקומענע צאָהל 1912 טיילט מען אויף 28. און דער רעשט 8, וואָס בלייבט פון דער טיילונג, צייגט אין דעם רובריק „זונען צירקעל“ צו וועלכען דאָס געזוכטע יאָהר געהער. עס איז אין דעם רובריק, וואו עס געפינען זיך די יאָהרען פון 1091 ביז 2100 און וואו געגען איבער דעם 8 פון דעם רובריק „זונען־

צירקעל“ געפינט זיך דער בוכשטאב D. דאָס D זאָגט, אז דער ערשטער זונטאג אין יאנואר 1903 איז אויסגעקומען דעם 4טען אין מאָנאט (D איז דער פיערטער בוכשטאב). און ווען מיר ווייסען, אז דער 4טער יאנואר איז געווען זונטאג, דאן ווייסען מיר שוין אויך, אז דער ערשטער יאנואר איז געווען דאָנערשטאג. אויף אזא אופן קען מען אויסגעפינען וועגען יעדען דאטום פון יעדען מאָנאט און פון יעדען יאהר וואס פאר א טאָג פון וואָך ער איז געווען.

אום צו געדענקען וויפיעל טעג יעדער מאָנאט פון יאָהר האָט, 30 אָדער 31 טעג, קען מען זיך מאכען דעם פאָלגענדען צייכען. מען פערמאכט די האנד און מען צעהלט די מאָנאטען נאָך די קנעכעלעך און די גריבלעך צווישען די קנעכלעך. די קנעכלעך זיינען די לאנגע מאָנאטען (31 טעג) און די גריבלעך — די קורצע מאָנאטען (30 טעג). מען פאנגט אָן צעהלען פון ערשטען קנעכעל פון מאָנאט יאנואר (31 טעג) ביז מען דערגרייכט ביז צו יולי און נאָכדעם פאנגט מען ווידער אָן פון ערשטען קנעכעל, ווי עס צייגט די פאָלגענדע צייכנונג:



צייכנונג 44. ווי צו בעשטימען די לאנגע מאָנאטען און די קורצע.

די אידישע צייט־רעכנונג איז אַן אנדערע, ווי די קריסטליכע. די אידישע ווערט געמאכט לויט דער בעוועגונג פון דער לבנה ארום דער ערד. אַן איינפאכער אידישער יאָהר האָט 354 טעג, וועלכע זיינען איינגעטיילט אין 12 חדשים, פון וועלכע ניסן, סיון, אָב, תשרי, כסלו און שבט זיינען צו 30 טעג, וועהרענד איר, תמוז, אלול, חשון, טבת און אָדר זיינען צו 29 טעג. כדי אָבער אויסצוגלייכען דאָס לבנה יאָהר מיט דעם זונען־יאָהר ווערען געמאכט עבור יאָהרען. דאָס אידישע עבור יאָהר איז 13 חדשים, צום חדש אדר ווערט צוגעגעבען א צווייטער חדש מיט דעם נאָמען „ואדר“, און אזא יאָהר האָט 384 טעג.

אין אַ תקופה (פעריאָדע) פון 19 יאָהר ווידערהאָלט זיך די אָרדנונג פון די חדשים און טעג אין דעם אידישען יאָהר. אַזאַ תקופה ווערט אָנגערופען „מחזר קטן“. אין אַ „מחזר קטן“, ד. ה. אין 19 יאהר זיינען פאַראַן 7 עבור יאָהרען לויט די פאָלגענדע אָרדנונג: דאָס 3טע יאָהר, דאָס 6טע, דאָס 8טע, דאָס 11טע, דאָס 14טע, דאָס 17טע און דאָס 19טע יאָהר. עס הייסט, אַז אמאָל איז אַן עבור יאָהר איין מאָל אין צוויי יאָהר און אמאָל איין מאָל אין דריי יאָהר. דער חשבון פון דיעזע 19 יעהריגע תקופות פאַנגט זיך אָן פון דעם יאָהר 3761 פאַר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג, ווען די וועלט איז בעשאפען געווארען, ווי אידען גלויבען, און פון וואַנען די אידען פאַנגען אָן זייער צייט־רעכנונג. צוליעב אַ מעהר גענויערע אויסגלייכונג פון דעם לבנה יאָהר מיט דעם זונען־יאָהר קומט עס מאַנכע מאָל אויס, אַז אַן איינפאַכער יאָהר אנשטאַט צו זיין 354 טעג, איז עס 353 אָדער 355, און אַן עבור יאָהר אנשטאַט צו זיין 384 טעג, איז עס 383 אָדער 385.

די זון.

זיעבצעהנטער קאפיטעל

די גרויס פון דער זון. — **דאס געוויכט פון דער זון.** — **די וויטקייט פון דער זון פון דער ערד.** — **די צוציהונגס־קראפט פון דער זון.** — **די זונען־פלעקען.** — **די היץ פון דער זון.** — **פון וואנען נעהמט די זון איהר היץ?** — **ווען זיך די זון אבקיהלען?** — **וואס וועט זיין ווען די זון וועט זיך אבקיהלען?** — **פון וועלכע שטאפען בעשטעהט די זון?** — **דער ספעקטראסקאפ.** — **דאס ספעקטרום.**

אין די אלטע צייטען האבען מענשען געדיענט צו דער זון. מען האט זי פאר א גאט געהאלטען, נאר אין דער לאנגער ענט־וויקלונג פון דער מענשהייט האט מען א סך געטער אראבגעזעצט פון זייערע טראהנען און מיט זיי אויך די זון, פיעלייכט דער שעהנ־סטער גאט, אין וועלכען די אלטע פעלקער האבען געגלויבט און צו וועלכען זיי האבען געדיענט.

די זון איז א לייכטענדער קוגעל, וואס זיין דיאמעטער (דורכ־מאס) איז אונגעפעהר מיט 108 מאל גרעסער ווי פון דעם ערד־קוגעל. דער וואלומען (אינהאלט) פון דער זון איז מיט 1 מי־ליאן 297 טויזענד מאל גרעסער פון דער ערד. עס הייסט, אז מען דארף האבען 1,297,000 ערד־קוגלען אום צו מאכען איין קו־געל, וואס זאל זיין אזוי גרויס ווי די זון.

די גרויס פון וואלומען (אינהאלט) פון קוגלען ווערען בערע־כענט לויט דעם קוב פון זייער דיאמעטער. ווען מיר ווייסען, אז דער דיאמעטער פון דער זון איז אן ערך 108 מאל גרעסער ווי דער דיאמעטער פון דער זון, דאן כפל'ען מיר די צאהל 108 צוויי מאל אויף זיך (108 מאל 108 מאל 108) און מיר בעקומען די גרויס פון דעם וואלומען.

ווארום זעהט די זון אויס אין אונזערע אויגען קליין? — דאס איז דעריבער ווייל זי איז זעהר ווייט פון אונז. לויט ווי

מען האָט אויסגערעכענט געפינט זיך די זון פון אונז אונגעפעהר 149 מיליאָן קילאָמעטער אָדער 93 מיליאָן מייל. אום צו מאַכען זיך א בעגריף פון דיעזער ווייטקייט, איז גענוג צו זאָגען, דאָס ווען מען זאָל פליהען פון דער ערד צו דער זון מיט א פליה־מאַשין, וואָס פליהט מיט א שנעלקייט פון 100 מייל א שטונדע, וועט די רייזע דויערען אַרום הונדערט יאָהר.

אויסרעכנענדיג די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון האָט מען אויסגעפונען, אז דער שטאָף פון וועלכען די זון בעשטעהט איז ניט אזוי געדיכט אָדער ניט אזוי שווער, ווי דער פון וועלכען עס בע־שטעהט די ערד. די שווערקייט פון דער זון, אָדער די מאסע וואס זי ענטהאַלט, איז דעריבער ניט מיט אַרום א מיליאָן און א פיער־טעל גרעסער ווי פון דער ערד, נאָר בלויז מיט אַן ערך 330 טויזענד מאָל.

צוליעב דעם וואס די זון ענטהאַלט מעהר מאסע אדער וויל זי איז שווערער פון דער ערד, איז איהר צוציהונגס־קראַפט אויף די געגענשטענדע, וועלכע געפינען זיך אויף איהר אויבערפלעכע א סך גרעסער ווי פון דער ערד. ווי עס איז אויסגערעכענט געוואָ־רען איז די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון אויף די געגענשטענדע וואָס געפינען זיך אויף איהר אויבערפלעכע אונגעפעהר 27¾ מאָל אזוי גרויס ווי די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד אויף די געגענ־שטענדע, וועלכע געפינען זיך אויף איהר אויבערפלעכע. א פונט שטאָף אויף דער ערד וואָלט אויף דער זון וועגען 27¾ פונט. ווען אונזערער א מענש, וואס וועגט 150 פונט אויף דער ערד זאָל קומען אויף דער זון, וועט ער אויף איהר וועגען איבער 4 טויזענד פונט. ער וואָלט צודריקט ווערען פון זיין אייגענער געוויכט.

וואָרום איז די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון בלויז 27¾ מאָל גרעסער ווי פון דער ערד, ווען זי האָט מיט 330 טויזענד מאָל מעהר געוויכט אָדער מאסע אין זיך? ווען זי האָט מיט 330 טויזענד מאָל מעהר מאסע האָט דאָך געדאַרפט זיין איהר צוציהונגס־קראַפט מיט 330 טויזענד מאָל גרעסער? די פראגע איז אָבער ניט קיין ריכטיגע. די צוציהונגס־קראַפט פון א קערפער ווערט טאקע גרע־סער, וואָס גרעסער זיין מאסע איז, וואָס ער ענטהאַלט, אָבער מען דאַרף דערביי ניט פערגעסען, אז דער מקור, די קוועלע פון דער צוציהונגס־קראַפט פון א קערפער געפינט זיך אין זיין צענטער.

די צוציהונגס־קראַפט, וואָס געפינט זיך אין דעם צענטער פון קערפער ווירקט אויף זיין אויבערפלעכע. וואָס ווייטער אָבער דער צענטער איז פון דער אויבערפלעכע, אלץ שוואכער ווירקט די צוציהונגס־קראַפט. לויט דעם געזעץ פון גראַוויטאַציאָן (צוציהונג) איז די צוציהונגס־קראַפט אומגעקעהרט פּראָפּאָרציאָנעל מיט דעם קוואַדראַט פון דער ווייטקייט פון צענטער פון דער אויבערפלעכע פון קערפּער. לאָמיר נעהמען פּאָר א ביישפּיעל צוויי קוגלען, וואָס איינער איז לויט זיין דיאַמעטער 10 מאָל גרעסער פון צווייטען, און לאָמיר אָננעהמען, אז דער גרעסערער קוגעל בעשטעהט פון א שטאָף וואס איז בלויז א האַלב מאָל אזוי שווער, ווי דער שטאָף, פון וועלכען דער קלענערער קוגעל בעשטעהט. ווען דער דיאַמעטער פון גרעסערען קוגעל איז מיט 10 מאָל גרעסער פון דעם צווייטען, וועט זיין וואָלומען (שטאָף אינהאַלט) זיין 1000 מאָל גרעסער (מיר ווייסען שוין פון פריהער, אז די גרויס פון דעם וואָלומען פון א קוגעל וואקסט לויט דעם קוב פון זיין דיאַמעטער). זיין געוויכט אָבער וועט זיין בלויז 500 מאָל גרעסער, ווייל דער שטאָף, פון וועלכען ער בעשטעהט, האָבען מיר אָנגענומען, איז נאָר א העלפט אזוי שווער, ווי פון דעם וואס דער קליינער קוגעל בעשטעהט. אויף דעם אופן וועט די צוציהונגס־קראפט פון דעם גרעסערען קוגעל דארפען זיין מיט 500 מאָל גרעסער ווי פון דעם קלענערען קוגעל. אָבער די צוציהונגס־קראַפט פון א קערפּער ווערט דאָך שוואכער, וואס ווייטער זיין אויבערפלעכע געפינט זיך פון צענטער, און די ווייטקייט דארף נאָך גענומען ווערען אין קוואַדראַט (גע'כפל'ט אויף זיך אליין). אזוי ווי ביי דעם גרעסערען קוגעל איז דער צענטער 10 מאָל ווייטער פון דער אויבערפלעכע, ווי ביי דעם קלענערען, דאַן מוזען מיר די צאָהל 10 כפל'ען אויף זיך אליין, וואס דאָס גיט אונז 100 און מיט דיעזער צאָהל טיילען די געוויכט פון דעם גרויסען קוגעל. זיין געוויכט איז 500 מאָל גרעסער ווי פון דעם קלענערען קוגעל. 500 געטיילט אויף 100 גיט אונז 5. דאָס הייסט, אז די צוציהונגס־קראַפט פון דעם גרויסען קוגעל איז מיט 5 מאָל גרעסער ווי פון קליינעם. דעמזעלביגען חשבון דארף מען אויך מאכען מיט דער זון. די געוויכט אָדער מאסע פון דער זון איז גרעסער ווי פון דער ערד מיט 330 טויזענד מאָל. דער דיאַמעטער פון דער זון איז מיט 108 מאָל גרעסער ווי פון דער ערד. עס

הייסט, אז די אויבערפלעכע פון דער זון איז מיט 108 מאָל ווייטער פון איהר צענטער, ווי די אויבערפלעכע פון דער ערד איז פון איהר צענטער. מיר דארפען דעריבער נעהמען דעם קוואדראט פון 108, דאָס הייסט די צאָהל וואָס מיר בעקומען ווען מיר כפל'ען 108 אויף זיך אליין, וועלכע איז 11,664 און מיט איהר טיילען די צאָהל 330,000, וואס דאָס גיט אונז אונגעפעהר 27¾.

וואָס עס טהוט זיך אינוועניג אין דער זון, ווייס קיינער ניט. מיר קענען בלויז זעהן איהר אויבערפלעכע, ווייטער נישט. די אויבערפלעכע פון דער זון ווערט אָנגערופען פאָטאָספערע, אָדער ליכט־ספערע. ווייל דאָס איז דער טייל פון דער זון וואָס שיקט אונז אויף דער ערד ליכט און ווארימקייט.

די גאַנצע אויבערפלעכע פון דער זון איז ארומגערינגעלט מיט א פארביגען גאז שיכט, וועלכער איז דאָס ערשטע מאָל בעמערקט געווארען אין דער צייט פון א לקוי חמה אין יאָהר 1605. דיעזער גאז־שיכט פון דער זון ווערט אָנגערופען כראָמאָספערע (די פארביגע ספערע). ער בעשטעהט פון גליהענדען וואסער־שטאָף (הידראָגען).

ווען מען קוקט אויף דער זון מיט א גוטען טעלעסקאָפּ זעהט מען, אז איהר אויבערפלעכע (פאָטאָספערע) איז צורונצעלט, גרייפעלדיג, עהנליך ווי רייז־קאשע. יעדער רונצעל איז אָבער הונדערטע מיילען גרויס. גענוי די אורזאכע פון דיעזע רונצלען ווייס מען ניט, נאָר עס ווערט אָנגענומען, אז זיי קומען דערפון, וואָס דער שטאָף פון וועלכען די פאָטאָספערע בעשטעהט, האלט זיך אין איין ביימען. די שטיקער שטאָף וואס קיהלען זיך אָב זינקען אראָב אין דער זון און אויף זייער אָרט הויבען זיך אויף די הייסע פייערדיגע גאזען פון אינוועניג פון דער זון.

די זון איז א גליהענדער קוגעל. איהר טעמפעראטור איז זעהר גרויס. זי לייכט און שיינט צוליעב איהר הויכער טעמפעראטור וואָס ברייננט איהר צום גליהען. די אינוועניגסטע טעמפעראטור פון דער זון איז נאָך העכער ווי פון איהר אויבערפלעכע. וויפיעל גראד איז די טעמפעראטור פון דער זון איז נאָך ביז איצט גענוי ניט בעשטימט געווארען. די מיינונגען פון די פאָרשער זיינען פערשיעדען. עס ווערט אָבער אָנגענומען, אז די נעהנטסטע ציפער איז 7 טויזענד אָדער 12 טויזענד גראד פארנהייט. די העכ־

סטע טעמפּעראַטור וואָס קען געשאַפע ווערען אין אַן עלעקטרישען אויווען איז 4 טויזענד גראַד.

די היץ פון דער זון איז אַזוי גרויס, אַז אַלע שטאָפען פון וועל־בע זי בעשטעהט זיינען פערוואַנדעלט אין פייערדיגע גאַזען. אין דער גרויסער היץ פון דער זון מוז אַלעס צושמעלצען און פער־וואַנדעלט ווערען אין פייערדיגע גאַזען. מען גלויבט דעריבער ניט, אַז אויף דער זון זיינען פאַראַן געדיכטע, האַרטע שטאָפען. מען נעהמט אָן, אַז צוליעב דעם גרויסען דרוק און צוציהונגס־קראַפט וואָס עס הערשט אויף דער זון, ווערט די מאַסע פון וועלכע די זון בעשטעהט, געהאַלטען אין אַ צושטאַנד פון אַ פייערדיגען, גליהענ־דען געדיכטען גאַז וואָס איז נאָהנט צו אַ פליסיגקייט, וועלכע וואַרפט זיך אין ריעזיגע כוואַליעס אויף איהר אויבערפלעכע (פאָטאָספערע). געפינענדיג זיך אָבער אויף דער אויבערפלע־כע ווערען די אויבערשטע טיילען פון די פייערדיגע כוואַליעס אָב־געקיהלט, ווערען געדיכטער און זיי זינקען אַראָב, כדי זייער פּלאַץ זאָל פערנעהמען אַן אַנדערע פייערדיגע כוואַליע וואָס קומט אַרויס פון אינוועניג פון דער זון.

דאָס גאַנצע לעבען אויף דער אויבערפלעכע פון דער ערד איז אָבהענגיג פון דעם ליכט און פון דער וואַרימקייט פון דער זון. ווען די זון זאָל מיט אַמאָל אויפהערען צו וואַרעמען די ערד, וואָלט עס בלויז דויערען איינינע טעג און אויף דער גאַנצער ערד, אפילו אויפ'ן עקוואַטאָר, וואָלט הערשען אַ גרויסער פראָסט. אין אַ משך פון איינינע וואָכען וואָלטען אַלע ימים ווערען פערפראָרען און די ערד וואָלט אַזוי טיעף איינפריערען, דאָס אַלע פלאַנצען וואָל־טען אָבשטאַרבען. מענשען וואָלטען געקענט געפינען פאַר אַ לענ־גערע צייט קינסטליכע מיטעל זיך צו וואַרימען אום ניט צו שטאַר־בען פון קעלט, אָבער זיי וואָלטען געמוזט אויסגעהן פון הונגער. אויף דער ערד וואָלט קיין זאַך ניט געוואַקסען.

דערווייל אָבער לייכט די זון און שיקט אונז וואַרעמקייט און מיר לעבען.

ווען מען קוקט אויף דער זון מיט אַ טעלעסקאָפּ, בעמערקט מען אויף איהר דונקעלע פלעקען. די דאָזיגע פלעקען זיינען פון פערשיעדענער גרויס און פון פערשיעדענע פאָרמען. אָפט בעמערקט מען מעהרערע פלעקען איינע נעבען די אַנדערע, אַ גאַנצע גרופּע.

אנדערע פלעקען זיינען אזוי גרויס, דאָס מען קען זיי אָפּט זעהן מיט'ן נאַקעטען אויג, אָהן א טעלעסקאָפּ. דער מיטעלסטער טייל פון א זונען פלעק איז דונקעלער פון זיין ראַנד. דער מיטעלסטער

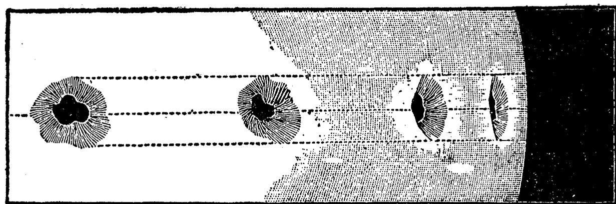


ציייכנונג 45. דאָס גרייפּעלדיגע אויסזעהן פון דער פאָטאָ־ספּערע פון דער זון אין דער גרויסער זונען־פלעק אין יאָהר 1870.

דונקעלסטער טייל ווערט אָנגערופען אומבראַ און דער ראַנד זיינער, וואָס איז אביסעל העלער, ווערט אָנגערופען פענומבראַ.

פון וואַנען דיעזע פלעקען קומען און וואָס עס איז זייער אור־זאַכע, איז נאָך ביז היינט ניט קלאָר.

אויף דער זון בעמערקט מען אויך זעהר העלע פלעקען, פיעל העלער ווי די געוועהנליכע ליכטיגקייט פון דער זון. דיעזע העלע פלעקען ווערען אָנגערופען זונען־פאַקלען. אנדערע פון זיי זיינען מעהרערע טויזענד מייל די לענג.



ציינכנונג 46. זונען־פלעקען, וועלכע זעהען אויס ווי גריבער.

עס דאַרף בעמערקט ווערען, אז מיט א געוועהנליכען טעלע־סקאָפּ אָהן א ספּעציעלער פאָררינכטונג, איז געפעהרליך פאַר די אויגען צו קוקען אויף דער זון. דער טעלעסקאָפּ, מיט וועלכען מען וויל קוקען אויף דער זון, מוז האָבען א ספּעציעלען אָקולאַר (אויגען־גלאָז), וועלכער ווערט אָנגערופען העליסקאָפּ. אן איינפאכע מעטאָדע צו בעאָבאכטען די זון, אָהן געפאַהר פאַר די אויגען, און וועלכע יעדער קען עס דורכפיהרען, איז די פאָלגענדע: מען נעהמט א געוועהנליכען גוטען שפּאַקטיוו און מען שטעלט אָן, דורך א שפּאַלט פון א לאָדען, זיין ענד, וואו דאָס אביעק־טיוו גלאָז איז, געגען דער זון און זיין צווייטען ענד, וואו דאָס אָקו־לאַר גלאָז איז, געגען א ווייסען ליילעך אָדער וואַנד אויף וועלכען עס בעקומט זיך דאָס בילד פון דער זון. כדי צו פערהיטען די אויגען זוכענדיג די ריכטונג, ווי עס דאַרף אָנגעשטעלט ווע־רען דער שפּאַקטיוו געגען דער זון, האַלט מען ניט ווייט פון דעם אָקולאַר גלאָז א בלאַט־פּאַפּיער, מיט וועלכען מען קען גיך אויסגע־פינען די ריכטונג, ווי עס ווערט געצייגט אין ציינכנונג 47.

ווען מען בעאָבאַכטעט א לענגערע צייט די פלעקען פון דער זון בעמערקט מען, אז זיי שטעהען ניט אויף איין אָרט, נאָר אז זיי בייטען זייער פּאָזיציע פון טאָג צו טאָג, לאַנגזאַם, בעוועגענדיג זיך איבער דער פאָטאָספערע פון מזרח צו מערב. פון דעם האָט מען אויסגעפונען, אז די זון דרעהט זיך־אויף ארום זיך, ארום איהר אייגענעם אַקס אַזוי ווי די ערד. מען ווענדעט דעריבער אויך אָן די בעגריפען „פּאָלען“ און „עקוואטאָר“ וואָס ווערען געברויכט וועגען דעם ערד־קוגעל, אויך פאַר דער זון. די צייט וואָס עס נעהמט דער זון זיך ארומצודרעהען ארום איהר אַקס איז אונגעפעהר 26 טעג.



ציכנונג 47. ווי צו בעאָבאַכטען די זון מיט אַ קליינעם טעלעסקאָפּ.

ניט אַלע מאָל האָט די זון די זעלביגע צאָהל פלעקען אַנדערע יאָהרען האָט זי מעהר פלעקען און אַנדערע יאָהרען װעניגער. דאָס ווייס מען דערפון, וואָס אין מאַנכע יאָהרען בעמערקט מען איינציגע טעג נאָך דער רייה גאָר קיין פלעקען ניט אויף דער זון אָדער בלויז איין פלעק אָדער צוויי, וועהרענד אין אַנדערע יאָהרען זעהט מען יעדען טאָג פלעקען און מאַנכע טעג מעהרערע פלעקען און גאַנץ גרויסע. דורך פיעלע בעאָבאַכטונגען האָט מען אויסגעפונען

אז כמעט יעדע 11 יאָהר ווידערהאָלען זיך די ענדערונגען אין די פלעקען פון דע זון. אין איין העלפט פון דער 11־יאָהריגער פע־ריאָדע זיינען פלעקען וועניגער און אין דער צווייטער העלפט זיינען זיי מעהר.

האָבען די פלעקען פון דער זון וועלכע עס איז ווירקונג אויף דער ערד? — לויט די בעאָבאכטונגען פון מאַנכע אסטראָנאָמען האָבען די פלעקען פון דער זון יאָ א ווירקונג אויף דער ערד. עס איז בעמערקט געוואָרען, אז ווען די פלעקען אויף דער זון זיינען אין א גרויסער צאָהל בעווייזט זיך די אויראָרא באָרעאַלים (דאָס צפון ליכט) פיעל אָפטער און שיינט העלער. עס איז אויך בע־מערקט געוואָרען, אז די זונען פלעקען האָבען א ווירקונג אויף די מאַגנעט נאָדלען, וואָס זיינען אויפגעשטעלט אין די אָבסער־וואַטאָריעס. ווען די פלעקען אויף דער זון זיינען אין א גרויסער צאָהל, דאַן שווינגען די מאַגנעט־נאָדלען א סך שטאַרקער.

אז די זונען־פלעקען זאָלען האָבען וועלכע עס איז ווירקונג אויף דער טעמפּעראַטור פון דער ערד, האָט מען דערוויילע ניט אויסגעפונען, און עס איז דעריבער אָנגענומען, אז זיי האָבען קיין ווירקונג.

ווען עס איז א לקוי חמה (זונען פינסטערניש), דאָס הייסט, ווען די זון ווערט פערשטעלט פון דער לבנה, בעמערקט מען, ווען מען קוקט מיט א טעלעסקאָפּ, ארום דעם דונקעלען, פערפינסטער־טען קרייז פון דער זון אזעלכע רויטע וואָלקען־עהנליכע ארוים־שטאַרצונגען. עס זעהט אוים ווי עס וואָלטען זיך שלעפען פרענז פון דעם ראַנד פון קרייז. דיעזע ערשיינונג ווערט פעראורזאַכט פון די פייערדיגע גאַזען, וועלכע רייסען זיך אָב פון דער פאָטאָ־ספערע (אויבערפלעכע פון דער זון).

אָפט האָבען דיעזע „פרענז" ארום דעם פערפינסטערטען קרייז פון דער זון דאָס אויסזעהן פון ריעזיגע פלאַמען, וועלכע פלאַ־קערען אויף צו א הויך פון מעהרערע טויזענד מייל און זיי שטייגען מיט א געשווינדיגקייט פון 100 מייל אין א סעקונדע.

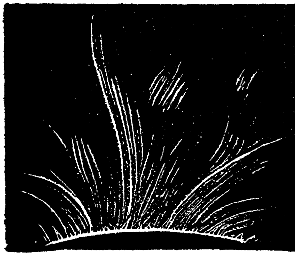
דיעזע זון־פלאַמען ווערען אָנגערופען **פּראָמינענצען** אָדער **פּראָטובעראַנצען**.

אויסער דיעזע ערשיינונג בעמערקט מען א צווייטע נאָך א פיעל שעהנערע און איינדרוקספולערע. ווען די זון איז אין גאַנצען פער־

פינסטערט, זעהט מען ווי זי איז ארומגערינגעלט מיט א פּרעכטיגען שיינענדען שטראהלען־קראנץ. קוקענדיג אויף דיעזען שטראהלען־קראנץ מיט א טעלעסקאָפּ זעהט ער אוים ווי ער וואָלט בעשטעהן פון פוכיגע וואָל. דער שיין פון דיעזען קראנץ, נעהמט מען אָן, ווערט פערורזאכט פון קלייניקע גליהענדע גאז־טיילכעלעך, וועלכע רייסען זיך אָב פון דער זון.

די זונען־פלאַמען האָבען פערשיעדענע פאָרמען און פערשיעדענע גרויסען. אנדערע שיסען ארויף אזוי הויך ווי 150 טויזענד מייל און העכער. מיר גיבען דאָ דריי בילדער פון דריי מעהר כאראַקטעריסטישע פאָרמען פון די זונען־פלאַמען.





צייכנונג 48 און 49. זונען־פלאַמען.

ווי מיר האָבען שוין פריהער ערקלערט, איז די זון א הייסער, גליהענדער קערפּער וואס שטראהלט אוים ליכט און ווארעמקייט. איז אָבער א פראגע, ווארום קיהלט זיך די זון ניט אָב? אויב עם איז אמת, ווי מען נעהמט אָן, אז די זון און די ערד זיינען שוין מיליאָנען יאָהרען אַלט, טאָ ווי אזוי האָט זיך די זון אין דיעזער אונגעהויער לאַנגער צייט ניט אָבגעקיהלט? — קיין בעשטימטער ענטפער איז אויף דיעזער פראגע ניטאָ. עם זיינען פאראן בלויז טעאָריען און השערות. איין טעאָריע איז, אז די היץ פון דער זון ווערט אויפגעהאַלטען דורך דעם פאַלען פון מעטעאָרען (הימעל־שטיינער). מען גלויבט, אז נאָהנט ארום דער זון בעוועגען זיך א גרויסע צאָהל קליינע הימעלס־קערפּער, וועלכע פאַלען פון צייט צו צייט אויף דער זון, צוליעב איהר צוציהונגס־קראַפט. ווען א קערפּער פאַלט פון א גרויסער הויך ווערט ער אזוי דערהיצט, דאָס

ער קען זאָגאַר אָנפאַנגען גליהען אָדער צושמאָלצען ווערען. לויט דיעזער טעאָריע קומט עס אויס, אז די זון ווערט איינפאַך גע־היצט דורך די פאַלענדע מעטעאָרען, וועלכע ווערען פון פאַלען אזוי דערהיצט, דאָס זיי פאַנגען אָן גליהען אָדער ווערען צושמאָלצען און ברייננגען דערמיט היץ צו דער זון. דיעזע טעאָריע לעגט זיך אָבער ניט שטאַרק אויפ'ן שכל. מען קען פרעגען: פון וואַנען נעהמען זיך אזוי פיעל מעטעאָרען, וואס זאָלען כסדר פאַלען אויף דער זון און אויפהאַלטען איהר היץ?


ציייכנונג 50. אַ גרויסער זונען־פלאַם.

אַ מעהר אָנגענומענע טעאָריע איז, אז די היץ פון דער זון ווערט אויפגעהאַלטען דורך די בעשטענדי־גע צונויפציהונג פון איהר מאַסע דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דעם צענטער פון דער זון. דיא צונויפציהונג פון דער מאַסע פון דער זון קומט טאַקע דורך דעם וואָס איהר אויבערפלעכע קיהלט זיך אָב. ווען אַ קערפּער קיהלט זיך אָב ווערט ער צונויפגעשרומפּען, ער ווערט קלענער, געדיכטער, זיי־נע אויבערשטע טיילען לאָזען זיך אַראָב נעהענטער צום צענטער. ווען די זון קיהלט זיך אָב און ווערט צונויפגעשרומפּען מוזען איהרע אויבערשטע טיילען זיך אַראָבלאָזען נעהנטער צו איהר צענטער. פון דיעזען אַראָבלאָזען זיך אָדער פאַלען פון די אויבערשטע טיי־לען צום צענטער מוז ענטוויקעלט ווערען היץ, ווי מיר ווייסען שוין, אז יעדער פאַלענדער קערפּער ענטוויקעלט היץ. דערפון קומט עס וואָס די היץ פון דער זון ווערט אָנגעהאַלטען.

לויט דיעזער טעאָריע אָבער מוז קומען אַ צייט, ווען די זון וועט אויפהערען צו וואַרעמען. אויב עס איז ריכטיג, אז די זון האַלט כסדר אין צונויפציהען זיך, אין ווערען קלענער און געדיכטער, דאַן וועט מוזען קומען אַ צייט ווען זי וועט זיך אזוי צונויפציהען,

אז זי וועט ווערען א פערגליווערטער, הארטער קוגעל, ווי די ערד, און זי וועט ווערען קאַלט און דונקעל.

נאָר אויב די טעאָריע איז אפילו אַ ריכטיגע, דאַרף מען זיך אויך ניט שטאַרק אָבעסען דאָס הארץ. לויט די חשבונות, וואָס מען האָט געמאכט, דארף עס נאָך נעהמען ניט וועניגער ווי 5 מי־ליאָן יאָהר, אז די זון זאָל זיך אין גאַנצען אָבקיהלען. און ווער וויים, אויב די צוקונפטיגע אסטראָנאָמען וועלען ניט אויסגעפינען, אז אונזערע אסטראָנאָמען האָבען געמאכט אַ שטיקעל טעות אין חשבון און איבעררעכענענדיג וועלען זיי אויסגעפינען, אז די זון קען נאָך ווארעמען מיט עטליכע יאָהר מעהר ווי 5 מיליאָן. אַלענ־פאַלס קענען מיר ביז יענער צייט לעבען רוהיג.

א פיעל וויכטיגערע פראַגע איז, אויב די ווארימקייט, וואָס די זון שיקט צו אונזער ערד, איז אין אַלע צייטען אין דערזעל־בינער מאָס אָדער זי ענדערט זיך, צי קריעגען מיר אַמאָל מעהר וואַ־רימקייט און אַמאָל וועניגער. די פראַגע נעהמט זיך פון דעם פאַקט, וואָס אַמאָל, מיט טויזענדער יאָהר צוריק זיינען די טיילען פון דער ערד, וואו עס אזוי היינט ווארעם, געווען בעדעקט מיט אייז. מען וויים, צום ביישפיעל, אז די ניי־ענגלאנד שטאאטען און די אנדערע נאָרדליכע שטאאטען פון אמעריקא זיינען מיט מעהרערע טויזענד יאָהר צוריק געווען בעדעקט מיט שנעע און אייז סאַי ווינטער סאַי זומער. אַזוי איז אויך דער גרעסטער טייל פון אייראָפּא גע־ווען בעדעקט מיט אייז. די צייט ווען דאָס האָט פּאַסירט ווערט אָנגערופען די אייז־פּעריאָדע אָדער גלעטשער פּעריאָדע. עס איז מעגליך, אז אין דער אייז־פּעריאָדע האָט די זון גע־שיקט וועניגער ווארימקייט צו דער ערד, ווי זי טהוט עס איצט. נאָר אויב אַזוי קען דאָך טרעפען, אז די זון זאָל זיך ווידער פּלוצים פערקאַפּריזען און אויפהערען פאַר אַ געוויסע צייט שיקען צו אונז די נויטיגע מאָס ווארעמקייט, וואָס וועט דאַן זיין? — דאַן וועט די ערד ווידער בעדעקט ווערען מיט שנעע און אייז און מיר וועלען אַלע אויסגעפראָרען ווערען.

נאָר אויך אין דעם פאַל קען מען געפינען אַ שטיקעל טרייסט. מען האָט ביז איצט ניט געקענט געפינען קיין בעווייזע, אז די טעמ־פעראַטור פון דער ערד זאָל האַלטען אין זינקען. די מעטעאָראָלאָ־גישע בעאָבאַכטונגען (די בעאָבאַכטונגען וועגען דעם צושטאַנד פון

וועטער און פון דער לופט), וועלכע זיינען געמאכט געוואָרען מיט 3 הונדערט יאָהר צוריק, צייגען, אז די טעמפּעראטור פון דער ערד איז איצט, ווי מיט 300 יאָהר צוריק. נאָר אויב מען קען זיך ניט אין גאנצען פערלאָזען אויף די מעטעאָראָלאָגישע בעאָב־אכטונגען פון 3 הונדערט יאָהר צוריק, ווייל זיי האָבען אין יענער צייט ניט געהאט אזעלכע פּינקטליכע אינסטרומענטען, ווי מיר האָבען היינט, און עס קען דעריבער זיין, אז זיי האָבען געמאכט א טעות אין א גראד אָדער צוויי, דאן וועלען מיר מוזען זיך בעגנוגען מיט די מעטעאָראָלאָגישע בעאָבאכטונגען, וועלכע זיינען געמאכט געווארען פאר די לעצטע 60־70 יאָהר, וועלכע זיינען גענוג פּינקט־ליך. און דיעזע בעאָבאכטונגען צייגען, אז עס בעמערקט זיך ניט קיין ענדערונג אין דער טעמפּעראטור פון דער ערד, זי ווערט ניט קעלטער. מיר קענען דעריבער זיין רוהיג און האָפען, אז זי וועט אויך ווייטער ניט אזוי גיך קעלטער ווערען.

פון וועלכע שטאָפען בעשטעהט די זון? — ניט אלע שטאָפען זיינען נאָך בעקאנט. מעגליך, אז די זון האָט אין זיך אזעלכע שטאָפען, וואָס די ערד האָט ניט, און מעגליך, אז די ערד האָט אזעל־כע שטאָפען, וואָס די זון האָט ניט. פאָרלויפיג האָט מען אויס־געפונען, אז די זון האָט אין זיך די פאָלגענדע שטאָפען, וואָס מיר האָבען אויף דער ערד: אלומיניום, קאדמיום, קאלציום, וואסער־שטאָף, קארבאָן, כראָמיום, קאָבאלט, קופּער, אייזען, צין, בליי, ני־קעל, זילבער, צינק, מאגנעזיום, סאָדא, פּאָטאש, צירקאָניום, מאנגאן, סיליציום, טיטאניום, וואנאדיום, איטריום, סקאנדיום, סטראָנטיום, באריום, פּאלאדיום, גערמאניום, רהאָדיום, ניאָביום, ערביום און נעאָדימיום. אויסער קארבאָן און וואסער־שטאָף, זיינען די אלע אויסגערעכענטע עלעמענטען מעטאלען. זיי געפינען זיך אויף דער זון אין דער פאָרם פון גאזען. די זעהר וויכטיגע עלעמענטען, וואָס מיר האָבען אויף דער ערד, ווי שטיק־שטאָף, כלאָר, בראָם, יאָד, שוועבעל, פאָספאָר, קוועקזילבער, גאָלד, פּלאטין האָט מען פאָר־לויפיג נאָך ניט געקענט אויסגעפינען, אויב זיי זיינען פאראן אויף דער זון. מען האָט נאָך אויך גענוי ניט געקענט אויסגעפינען אויב עס איז פאראן זויער־שטאָף אויף דער זון.

ווי אזוי האָט מען געקאָנט אויסגעפינען, אז דיעזע שטאָפען געפינען זיך אויף דער זון? — דאָס האָט מען אויסגעפונען מיט

דער הילף פון דעם ספעקטראָסקאָפּ, אונטערזוכענדיג מיט איהם די קאָלירען פון די זונען־שטראַהלען און די דונקעלע שטרייפען, וואס דאָס ספעקטרום פון דער זון בעזיצט.

אין א פריהערדיגען קאַפּיטעל וועגען דער ענטוויקלונג פון שפּאַקטיוו האָבען מיר ערקלערט, אז געוועהנליכע שטראַהלען, וועל־כע שיינען אונז צו זיין ווייס בעשטעהען אין דער ווירקליכקייט פון פערשיעדענע קאָלירען, וועלכע מען קען זעהן, ווען מען לאָזט זיי דורכגעהן דורך א פּריזמאַ (א דרייקאַנטיגער קריסטאַל).

די קאָלירען, וועלכע עס בעקומען זיך פון געוועהנליכע ליכט־שטראַהלען, ווען זיי געהען דורך א פּריזמאַ, ווערט אָנגערופען ספּעקטרום.

די קאָלירען, וואס די זונען־שטראַהלען בילדען, ווען זיי געהען דורך א פּריזמאַ, ווערט אָנגערופען דאָס זון־ספּעקטרום.

די שטראַהלען פון פערשיעדענע שטאָפען בילדען פערשיע־דענע ספּעקטרומס. אויף דעם אופן קען מען פון די קאָלירען פון ספּעקטרום דערקענען וואָס פאַר א שטאָף דאָס איז, פון וועלכען די ליכט־שטראַהלען זיינען געקומען. די מעטאָדע אונטערצוזו־כען שמאָפען לויט דעם ספּעקטרום, וואס זייערע ליכט־שטראַהלען בילדען, ווערט אָנגערופען ספּעקטראַל אַנאַליזע.

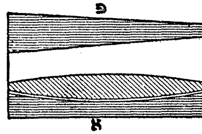
אַן אינסטרומענט וואָס צייגט אָדער פאָטאָגראַפירט א ספּעקט־טרום, ד. ה. די קאָלירען פון די ליכט־שטראַהלען, וועלכע געהען דורך א פּריזמע, ווערט אָנגערופען ספּעקטראָסקאָפּ.

דער איינפאַכסטער ספּעקטראָסקאָפּ איז א דרייקאַנטיגע פּריז־מאַ פון קריסטאַל־גלאָז, וועלכע איז שוין מעהרערע מאָל דערמאָנט געוואָרען. ווען מען קוקט דורך אַזאַ פּריזמאַ אויף א העלען שטע־רען אָדער אויף אַן אַנדער ווייטע ליכט־קוועלע, וועט מען זעהן ווי עס שפּרייט זיך אויס א קאָלירטער ליכט־שטרייף, וואָס פון איין ענד פאַנגט ער זיך אָן מיט א רויטען קאָליר און ענדיגט זיך ביים צוויי־טען מיט א בלויען אָדער פיאָלעטען קאָליר, אונגעפעהר דאָס זעלבע בילד, וואָס מען זעהט ווען מען האַלט אַזאַ פּריזמאַ געגען דער זון און מען לאָזט פאַלען איהר ליכט אויף א ווייסען פּאַפּיער אָדער ליילעך.

עס זיינען פאַראַן פערשיעדענע קאָנסטרוקציעס פון ספּעקטראָ־סקאָפּען, וועלכע ווערען בענוצט פאַר פערשיעדענע צוועקען, אָבער

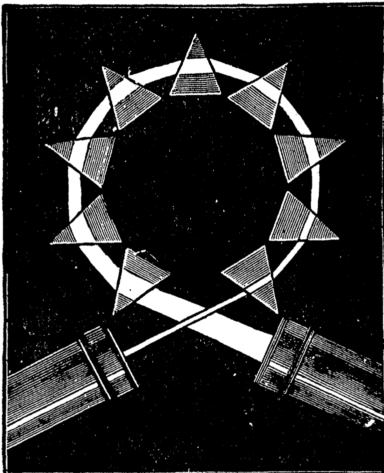
מיר וועלען זיי דאָ ניט בעשרייבען, ווייל די קאָנסטרוקציעס פון די פערשיעדענע ספעקטראָסקאָפּען האָט ניט דירעקט צו טהאָן מיט דער אסטראָנאָמישער וויסענשאַפט.

דער איינפאַכסטער אסטראָנאָמישער ספעקטראָסקאָפּ בעשטעהט פון א טעלעסקאָפּ און א פּריזמא, וועלכע ווערט אריינגעשטעלט פאר דעם אָביעקטיוו, ווי עס ציינט די פאָלגענדע ציי־כנונג, וואו „א" בעצייכענט דעם אָביעקטיוו פון טעלעסקאָפּ, און „פּ" די פּריזמא. ווען א בעאָבאַכטער קוקט אויף א שטערען דורך אזא טעלעסקאָפּ וועט ער זעהן דאָס ספעקטרום פון שטערען.



ציינכנונג 51. איינפאַכער ספעקטראָסקאָפּ, וואו אַ פּריזמאַ ווערט אַריינגעשטעלט פאַר דעם אָביעקטיוו פון אַ טעלעסקאָפּ.

ווען מען וויל האָבען א שארפען ספעקטראָסקאָפּ, וואָס זאָל ווייזען די פארבען העלער און קלערער, ווערען צונויפגעשטעלט א גאנצע רייה פּריזמען, איינע הינטער די אַנדערע, ווי עס ציינט ציינכנונג 52.

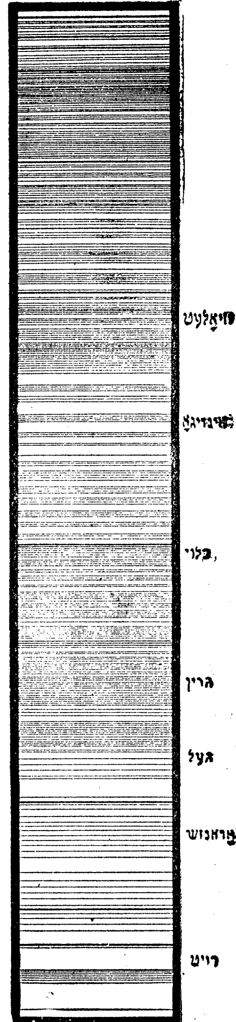


ציינכנונג 52. אַ ספעקטראָסקאָפּ פון מעהרערע פּריזמען.

ווען מען קוקט דורך א ספעקטראָסקאָפּ אויף א פלאם פון א ליכט אָדער פון גאז, וואָס איז ניט ווייס, דאן וועט מען זעהן די פערשיעדענע קאָלירען פון ספעקטרום אָהן אירגענד וועלכע דונקעלע ליניעס; ווען אָבער די ליכט־קוועלע אויף וועלכער מיר קוקען איז עטליכע

מייל ווייט, דאַן וועלען מיר זעהן, אז דאָס ספּעקטרום איז דורכגעקרייצט מיט א גאַנ־צער רייהע דונקעלע ליניעס. מיט וואָס אָבער ערקלערט זיך די דאָזיגע ערשיי־נונג? ווארום זעהט מען ניט קיין דונ־קעלע ליניעס, ווען די ליכט־קוועלע איז נאָהענט צום ספּעקטראָסקאָפּ און ווארום זעהט מען אזעלכע ליניעס, ווען די ליכט־קוועלע איז ווייט? — דאָס קומט דערפון וואָס א טייל פון דער ליכט ווערט איינגע־זויגען אין דער לופט, וואָס די ליכט־שטראַהלען דארפען דורכגעהן, איידער זיי דערגרייכען דעם ספּעקטראָסקאָפּ. דעם פּלאַץ פון דעם טייל ליכט, וואָס איז איינ־געזויגען געוואָרען אין דער לופט, פערנעה־מען די דונקעלע ליניעס. פון די פערשיע־דענע עקספּערימענטען, וועלכע זיינען גע־מאַכט געוואָרען האָט מען אויסגעפונען, אז די לופט זויגט ניט איין די פערשיעדע־נע ליכט־שטראַהלען אין דער גלייכער מאָס.

ווען מען קוקט מיט א ספּעקטראָסקאָפּ אויף די זון ועט מען אין איהר ספּעק־טרום זעהן מעהרערע דונקעלע ליניעס. זיי ווערען פעראורזאכט דורך דעם וואָס די אַטמאָספערע פון דער זון זויגט איין געוויסע ליכט־שטראַהלען (די זון האָט ארום זיך אַן אַטמאָספערע אזוי ווי די ערד. די איינגענשאַפט פון דער אַטמאָספערע פון דער זון זיינען אַנדערע ווי פון דער ערד). פון דעם ספּעקטרום פון דער זון און פון די דונקעלע ליניעס קען מען, אַלזאָ, מיט א ספּעקטראָסקאָפּ בעשטימען פון וועלכע שטאָפען זי בעשטעהט.



ציינונג 53. דאָס ספּעק־טרום פון דער זון מיט די דונקעלע ליניעס.

די לבנה.

אכצעהנטער קאפיטעל

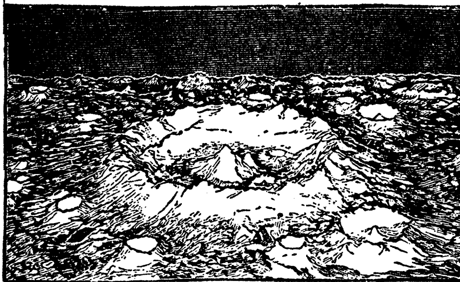
די רונדקייט פון דער לבנה. — די גרויס פון דער לבנה. — איהר וויטקייט פון דער ערד. — דאס געוויכט פון דער לבנה. — אויף דער לבנה איז ניטא קיין לופט און קיין וואסער. — די בערג און טהאלען אויף דער לבנה. — עבע און פלוט. — דער קרייז־וועג פון דער לבנה ארום דער ערד. — די בעוועגונג פון דער לבנה. — די בעלייכטונג פון דער לבנה. — די פאזען פון דער לבנה. — דער סידערישער מאנאט און דער סינאדישער מאנאט.

די לבנה איז א רונדער קוגעל, אזוי ווי די ערד. ווען מען קוקט אויף איהר דורך א טעלעסקאפ זעהט מען קלאר איהר קוגעל־פערמיגקייט.

די לבנה איז דער נעהנטסטער הימעלשער קערפער צו דער ערד. איהר דורכשניטליכע וויטקייט פון דער ערד איז אונגע־פעהר דריי הונדערט פיער און אכציג טויזענד קילאמעטער אדער אן ערך 240 טויזענד מייל. רעכענענדיג דעם דיאמעטער פון דער ערד אן ערך 8 טויזענד מייל, דארף מען, אלזא, ארויפשטעלען 30 ערד־קוגלען איינע אויף די אנדערע, אז זיי זאלען גרייכען ביז צו דער לבנה. ווען מען זאל קענען פאהרען צו דער לבנה מיט אן עקספרעס צוג, וואס לויפט 60 מייל א שטונדע, און ווען מען זאל מיט איהם פאהרען טאג און נאכט אהן אן אבשטעל, וואלט עס דויערען עטוואס ווענינער ווי א האלב יאהר ביז מען וואלט קומען צו דער לבנה. פערגלייכענדיג די וויטקייט פון דער לבנה פון דער ערד און די וויטקייט פון דער זון פון דער ערד, קומט עס אויס, אז די זון איז אן ערך 400 מאל וויטער פון דער ערד ווי די לבנה.

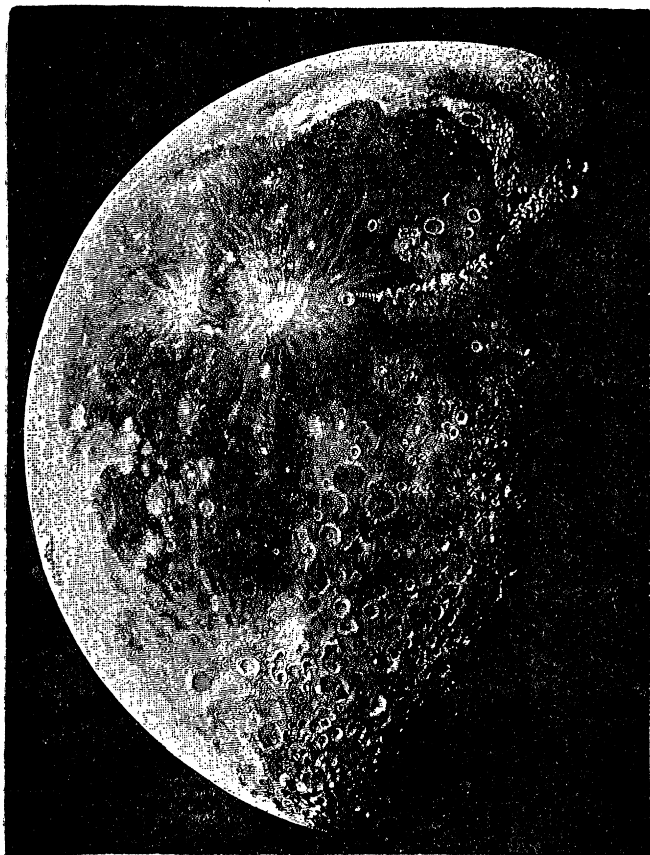
דער דיאמעטער פון דער לבנה איז אן ערך 3 טויזענד מיט 460 קילאמעטער אדער 2,160 מייל. דאס איז עטוואס מעהר

ווי א פיערטעל פון דעם דיאַמעטער פון דער ערד. פון איין ערד־קוגעל קען מען אויסמאַכען 50 לבנה־קוגלען. די מאַטעריאַלען, פון וועלכע די לבנה בעשטעהט, זיינען אָבער ניט אַזוי געדיכט, ווי די פון דער ערד. די מאַסע, פון וועלכער די ערד בעשטעהט איז 5½ מאָל שווערער ווי וואַסער, וועהרענד די מאַסע פון דער לבנה איז בלויז אַרום 3½ מאָל שווערער ווי וואַסער. די געוויכט פון דער לבנה איז, אַלזאָ, בלויז איין אַכציגסטעל פון דער געוויכט פון דער ערד. מען דאַרף צונויפלעגען 80 לבנות, אַז זיי זאָלען וועגען אַזוי פיעל וויפיעל די ערד וועגט.


ציכנונג 54. אַ רינג־באַרג אויף דער לבנה.

צוליעב, דעם, וואָס די לבנה איז דער נעהנטסטער קערפּער צו דער ערד, האָט מען איהר געקענט בעסער בעאָבאַכטען און אויספאָרשען. ווען מען קוקט מיט אַ נאַקעטען אויג אויף דער לבנה זעהט מען אויף איהר פערשיעדענע שטריכען וועלכע מאַכען דעם איינדרוק פון אַ מענשליכען פּנים. פון דיעזער עהנליכקייט זיינען ביי פערשיעדענע פעלקער ארויסגעקומען פערשיעדענע גלויבענס, וועגען דעם פּנים, וואָס מען זעהט אין דער לבנה. ביי אידען גלויבט מען, אַז אין דער לבנה זעהט מען דעם פּנים פון יהושע בן נון. ווען מען קוקט אָבער אויף דער לבנה מיט אַ טעלעסקאָפּ זעהט מען, אַז די שטריכען זיינען גאָר שפּורען פון שאָטענס פון די בערג און די טאָלען, וועלכע געפינען זיך אויף דער לבנה. פון די פערשיעדענע פאָטאָגראַפיעס, וואָס מען האָט אָראָבגענומען פון דער לבנה קען יעדער בעמערקען די בערג און די טאָלען. די מעהרסטע בערג פון דער לבנה זיינען רונד און האָבען אויבען אַ רונדע עפנונג, וואָס זעהט אויס, ווי דער קראַטער פון אַ וואולקאַן (פייערשפּייענדער באַרג). דיעזע לבנה בערג ווערען אָנגערופען רינג־בערג.

עס ווערט אָנגענומען, אז אויף דער לבנה איז ניטאָ קיין לופט און קיין וואסער. די אסטראָנאָמען זיינען געקומען צו דיעזער אי־בערצייגונג צוליעב די פאָלגענדע גרינדע: ווען די לבנה געהט פאריבער א שטערען, ווערט די שיין פון שטערען גלייך פערשוואונ־



ציכנונג 55. דאָס אויסזעהן פון דער לבנה אין איהר דריטען פיערטעל, ווען מען קוקט אויף איהר מיט אַ טעלעסקאָפּ.

דען, ווי עס קומט נאָר צו איהם דער ראַנד פון דער לבנה. ווען די לבנה וואָלט געווען אַרומגערינגעלט מיט אַ לופט־שיכט, וואָלט דער שיין פון שטערען, ביי דער דערנעהנטערונג פון דער לבנה צו איהם, געוואָרען צוערשט אַביסעל שוואַכער, דונקעלער, צוליעב דעם לופט־שיכט, דורך וועלכען ער האָט געדאַרפט דורכדרינגען, און ערשט ווען די לבנה גופא וואָלט איהם פערשטעלט וואָלט ער אין אינגאַנצען פערשוואונדען. איצט אָבער שיינט דער שטערען העל ביז עס קומט צו צו איהם דער ראַנד פון דער לבנה און ווערט פּלוצים פערשוואונדען, ווי דער ראַנד האָט איהם נור פערשטעלט. ווען די לבנה וואָלט געהאַט אַרום זיך לופט וואָלט דער שיין פון שטערען ניט געקענט גלייך פערשווינדען, ווען אפילו דער ראַנד פון דער לבנה וואָלט איהם שוין פערשטעלט, ווייל צוליעב דער ברע־כונג פון די ליכט־שטראַהלען דורך די לופט, וואָלטען די ליכט־שטראַהלען פון שטערען זיך נאָך געדאַרפט אַ קורצע צייט זעהען, ווען דער שטערען איז אפילו שוין פערשטעלט געוואָרען, ווי דאָס איז דער פאַל מיט דער זון, ווען אפילו נאָכדעם, ווי זי איז שוין אונ־טערגעגאַנגען, הערשט נאָך אַ שוואַכע ליכטיגקייט אויף דער ערד. אַ צווייטען גרונד, אַז די לבנה איז ניט אַרומגערינגעלט מיט לופט, האָט מען דערפון, וואָס אין דער צייט פון אַ לקוי חמה (זונען־פינ־סטערניש), ווען די זון ווערט פערשטעלט פון דער לבנה, זעהט מען די קאָנטור אָדער אויסען־ליניע פון דער לבנה שאַרף און קלאָר. ווען די לבנה וואָלט געהאַט ליכט אַרום זיך וואָלט איהר קאָנטור זיך ניט געזעהן אַזוי שאַרף און קלאָר, די לופט וואָלט איהר אַבי־סעל מטושטש געמאַכט. און ווען עס איז ניטאָ קיין לופט אויף דער לבנה דאַן קען אויף איהר אויך קיין וואַסער ניט זיין. די לבנה דאַרף דעריבער זיין אַ וויסטער, טרוקענער קוגעל אָהן לעבעדיגע בעשעפענישען און אָהן פלאַנצען.

די לבנה דרעהט זיך אַרום דער ערד און ביידע צוזאַמען דרעהען זיי זיך אַרום דער זון. דער קרייז אין וועלכען די לבנה בעוועגט זיך אַרום דער ערד איז ניט קיין פאָלשטענדיג רונדער, נאָר עטוואַס אַ לענגליכער, אַן עליפּסע. די ערד געפינט זיך ניט אין דעם סאַמע מיטען פון דעם לבנה קרייז, נאָר עטוואַס נעהנטער צו איין ברעג. דער פּונקט פון דעם קרייז, וואו די לבנה איז אַמנעהנט־סטען צו דער ערד, הייסט פּעריגעאום, און דער פּונקט,

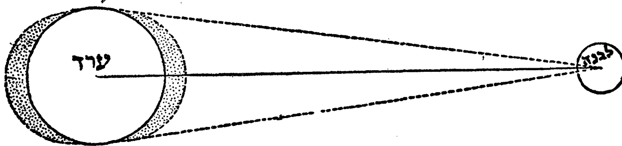
וואו זי איז אמווייטסטען פון דער ערד, הייסט אפאָגעאום. צוליעב דעם, וואָס די לבנה־געפינט זיך אמאָל נעהנטער און אמאָל ווייטער פון דער ערד, איז איהר בעזוועגונג אמאָל שנעלער און אמאָל לאַנגזאמער. ווען זי איז נעהנטער צו דער ערד, ווירקט די צוציהונגס־קראפט פון דער ערד אויף איהר שטארקער, און זי בעוועגט זיך שנעלער. ווען זי איז ווייטער פון דער ערד, און די צוציהונגס־קראפט פון דער ערד ווירקט אויף איהר שוואכער, בעוועגט זי זיך לאַנגזאמער.

די לבנה בעוועגט זיך אין איהר אָרביט צוליעב דער צוציהונגס־קראפט פון דער ערד, פונקט אזוי ווי די ערד בעוועגט זיך אין איהר אָרביט צוליעב דער צוציהונגס־קראפט פון דער זון. אָבער אזוי ווי די ערד האָט א ווירקונג מיט איהר צוציהונגס־קראפט אויף דער לבנה, אזוי האָט אויך די לבנה א ווירקונג אויף דער ערד מיט איהר צוציהונגס־קראפט. די ערד ציהט די לבנה צו זיך, און די לבנה ציהט די ערד צו זיך.

מיר ווייסען שוין פון פריהער, אז די צוציהונגס־קראפט ווירקט שטארקער, פון א נאָהענטער שטרעקע און זי ווירקט שוואכער פון א ווייטער שטרעקע. דערפון פערשטעהט מען, אז דער טייל פון דער ערד, וואס איז נעהנטער צו דער לבנה ווערט שטארקער צוגעצויגען פון איהר, ווי די ווייטערע טיילען. ווען די ערד וואָלט בעשטאַנען פון א ווייכע מאסע וואָלט זי זיך צוליעב דיעזער צוציהונגס־קראפט פון דער לבנה אויסגעצויגען אין א לענגליכען קוגעל. די ערד איז אָבער א סאָלידער הארטער קערפער און קען זיך דעריבער ניט פונאנדערציהען, ווען זי ווערט געצויגען פון דער לבנה פון איין זייט. אָבער די ימים אויף דער ערד קענען זיך יאָ א ציה טהאָן אביסעל און זיי טהוען עס טאקע. צוליעב דער צוציהונגס־קראפט פון דער לבנה הויבט זיך אויף דאָס וואסער פון ים, אין א גרויסע, ברייטע כוואליע, עטליכע פוס הויך, און ציהט זיך צו דער לבנה, וואס איז איבער איהר. אן עהנליכע כוואליע הויבט זיך אויך אויף אין די ימים פון דער אנדערער זייט פון ערד־קוגעל, אין דער זייט וואָס איז אָבגעקעהרט פון דער לבנה. דאָס קומט דערפון, וואס די לבנה, צוציהענדיג די ערד צו זיך, ציהט זי איהר אביסעל אָב פון די וואסערען, וואס בעדעקען איהר. מען קען זאָגען, דאָס דער ים שטעהט אביסעל אָב פון דער ערד, און עס הויבט

זיך אויף אַ ברייטע כוואַליע. צוליעב דעם וואָס די ערד איז אַ פעסטער, סאָלידער קערפּער גיט זיך אויף איהם איבער די צו־ציהונגס־קראַפט פון דער לבנה מעהר. צוציהענדיג די נאָהענטע זייט פון דער ערד הויבט זי צו זיך דעם גאַנצען ערד־קוגעל. דאָס וואַסער וואָס בעדעקט איהם פון דער אַנדערער זייט ציהט זיך אָבער ניט מיט מיט דערזעלביגער קראַפט, עס שטעהט אָב אַביסעל פון דעם ערד־קוגעל און עס בעשאַפט זיך אַ כוואַליע. עס קומט דעריבער אויס, אַז אויף די ימים פון דער ערד הויבט זיך דאָס וואַסער צוויי מאָל אין טאָג.

דאָס דאָזיגע אויפהויבען זיך פון וואַסער אויף די ימים און דאָס שפּעטערדיגע אָפּפאַלען פון וואַסער ווערט אָנגערופען עבע און פלוט. עבע איז, ווען דאָס וואַסער איז אַבגעפאַלען און פלוט — ווען דאָס וואַסער הויבט זיך. דאָס אויפהויבען זיך פון וואַסער דויערט 6 שטונדען און דאָס אַבפאַלען דויערט 6 שטונדען און אַזוי ווי עבע און פלוט קומט פאָר צוויי מאָל אין מעת לעת, האַלט דאָס וואַסער פון די ימים כסדר אין הויבען זיך און אָפּפאַלען.



ציינכנונג 56. ווי עס קומט פאָר עבע און פלוט.

עבע און פלוט קומען ניט יעדען טאָג פון מאָנאַט אין דערזעל־ביגער צייט, נאָר זיי קומען יעדען טאָג מיט אונגעפעהר 50 מינו־טען שפּעטער, ווי אין דעם פאָריגען טאָג. דאָס איז צוליעב דעם וואָס די לבנה בעוועגט זיך און זי רוקט זיך יעדען טאָג אַלץ ווייטער אין איהר אָרביט אַרום דער ערד. און אַזוי ווי זי בעוועגט זיך פון מעריב צו מזרח געהט זי דורך דעם מערידיאַן (מיטאָגס־ליניע) יע־דען טאָג מיט אונגעפעהר 50 מינוטען שפּעטער.

ניט אומעטום איז דאָס הויבען זיך פון וואַסער און דאָס אָב־פאַלען אין אַ גלייכער מאָס. אין מיטען ים הויבט זיך און פאַלט דאָס וואַסער בלויז אויף 2 אָדער 3 פוס. ווען די פלוט כוואַליעס קומען אָבער צום ברעג פון ים, הויבען זיי זיך אויף פיעל העכער.

דאָס קומט צוליעב דעם ווידערשטאַנד פון דעם ים־ברעג. אין אנ־דערע ערטער, וואו דער ווידערשטאַנד פון ברעג איז גרוים הויבען זיך די פלוט־כוואַליעס אויף ביז אַ הויך פון 20 פוס און אמאָל נאָך העכער.

צוליעב די אינזלען אין ים ווערט די פלוט כוואַליע מייסטענס צוטיילט אויף מעהרערע גרויסע כוואַליעס אין פערשיעדענע ער־טער פון ים. ווען צוויי אזעלכע כוואַליעס טרעפען זיך, גיסען זיי זיך צונויף אין איין גרויסער כוואַליע. און ווען דער אָרט, וואו זיי טרעפען זיך איז ביי אַ טיעפען ברייטען ים־בוזעם, דאַן קען דאָס וואסער זיך אויפהויבען זעהר הויך, דורך די קראַפט, מיט וועלכער דאָס וואסער ווערט אריינגעשטויסען אין ים־בוזעם. אין דעם פונדי ים־בוזעם ביי דעם ברעג פון נאָווא סקאָטיא און ניו בראַנזוויק, הויבט זיך דאָס וואסער אויף ביז 70 אָדער 80 פוס הויך. פון דיעזע אונגעהויער גרויסער וואסער מאסע ווערט פער־פלייצט אַ שטח פון 12 מייל ברייט און 40 מייל לאַנג אין דער צייט פון פלוט.

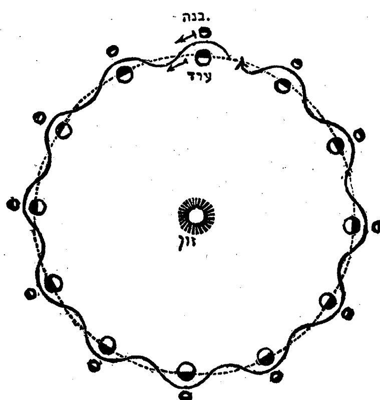
אָבער ניט בלויז די צוציהונגס־קראַפט פון דער לבנה פער־אורזאכט עבע און פלוט, נאָר אויך די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון. אין דער צייט פון ניי־חדש און אַלט־חדש אונטערשטיצט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון די צוציהונגס־קראַפט פון דער לבנה, די צוציהונגס־קראַפט וואָס ווירקט צו פעראורזאכען עבע און פלוט איז דאַן אַ שטאַרקערע, און דעריבער הויבט זיך דאָס וואסער אין ניי־חדש און אַלט־חדש העכער, ווי אין די אַנדערע צייטען פון מאָנאַט. אין דעם ערשטען און לעצטען פיערטעל פון מאָנאַט איז די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון און פון דער לבנה אויף דער ערד אַ געגענגעזעצטע. די צוציהונגס־קראַפט, וואס ווירקט צו פעראורזאכען עבע און פלוט ווערט דורך דעם אָבגע־שוואכט, און די פלוט־כוואַליעס זיינען דעריבער דאַן נידעריגער.

דער אָרביט (קרייז־וועג) פון דער לבנה איז ניט פונקט אין דעמזעלביגען שטח מיט דעם עקליפּטיק (זעה קאפּיטעל „די שיינבארע בעוועגונג פון דער זון“.), ווי אַ רינג אין אַ רינג. דער אָרביט פון דער לבנה קרייצט זיך מיט דעם עקליפּטיק אונטער אַ ווינקעל פון 5 גראַד 8 מינוטען און 40 סעקונדען. די דורכשניי־דונגס־פּונקטען פון דעם לבנה־קרייז מיט דעם עקליפּטיק ווערען

אַנגערופען די נאָדען פון דער לבנה. דיעזע נאָדען אָדער דורכ־שניידונגס־פּונקטען זיינען נים אימער אין דעם זעלביגען אָרט, נאָר זיי רוקען זיך איבער מיט יעדער אומקרייזונג פון דער לבנה אַרום דער ערד, דאָס הייסט, יעדען חדש. אין אַ משך פון אונגעפעהר 18½ יאָהר רוקען זיך אַזוי כסדר איבער די נאָדען איבער דעם גאַנצען קרייז־וועג, ביז זיי קומען ווידער צוריק אויף זייער פריהערדיגען אָרט.

די לבנה מאַכט צוועלף אומקרייזונגען אַ יאָהר אַרום דער ערד. די ריכטונג פון איהר בעוועגונג איז פון מערב צו מזרח, אין דער זעלביגער ריכטונג ווי די ערד בעוועגט זיך אַרום דער זון. אונז אָבער דוכט זיך אויס ווי די לבנה וואָלט אויפגעהן פון מזרח און זיך בעוועגען אין דער ריכטונג פון מערב. דאָס שיינט אונז אַזוי צוליעב דער בעוועגונג פון דער ערד. די לבנה בעוויזט זיך ניט אויפ'ן הימעל יעדען טאָג אין דערזעלביגער צייט, זי געהט אויף יעדען טאָג מיט אונגעפעהר 50 מינוטען שפּעטער, ווי אין פאָריגען טאָג. יעדען טאָג בעוויזט זי זיך אין אַלץ אַ ווייטערען פּונקט צו מזרח, אונגעפעהר מיט 13 גראַד ווייטער. דאָס איז די שטרעקע וועלכע די לבנה איז אָבגעגאַנגען אין אַ טאָג אין איהר בעוועגונג אַרום דער ערד.

ווען מען בעטראַכט די בעוועגונג פון דער לבנה פאַר עטליכע שטונדען בעמערקט מען אַ זאָנדערבאַרע ערשיינונג. אייגצייכענענדיג זיך דעם פּונקט אויפ'ן הימעל, וואו די לבנה האָט זיך בעוויזען, ווען זי איז אויפגעגאַנגען, וועט מען אין עטליכע שטונדען אַרום בעמערקען, אַז אַנשטאָט צו געהן פאָרווערטס צו מזרח איז זי גאָר געגאַנגען ריקווערטס צו מערב. די לבנה איז אָבער ניט געגאַנגען ריקווערטס, זי איז געגאַנגען פאָרווערטס אין איהר וועג, עס זעהט אונז נאָר אויס, אַז זי איז געגאַנגען צוריק, צוליעב דעם, וואָס אין דער צייט ווען די לבנה דרעהט זיך אַרום דער ערד, דרעהט זיך די ערד אַרום זיך, אַרום איהר אייגענעם אַקס, און מיר, בעאָבאַכטענדיג די לבנה, האָבען זיך אַוועקגעדרעהט מיט דער ערד פון דעם פּונקט, וואו מיר האָבען געזעהן די לבנה אויפגעהן, אַ גאַנץ גרויסען מהלך, און אַזוי ווי די ערד דרעהט זיך אַרום זיך אַ סך שנעלער, ווי די לבנה דרעהט זיך אַרום דער ערד, שיינט עס אונז דעריבער אַז די לבנה האָט זיך גערוקט אויף צוריק.



צייכנונג 57. אָרביט פון דער לבנה אַרום דער ערד.

צוליעב דעם, וואָס די בעוועגונג פון דער לבנה אַרום דער ערד איז לאַנגזאַמער, ווי די בעוועגונג פון דער ערד אַרום דער זון, איז דער אָרביט פון דער לבנה ניט קיין גלייכמעסיגע קרייז־ליניע, נאָר איז געבויגען היין און צוריק, און האָט די פאָרם פון א וועלען־ליניע, פון וועלכע עס איז אויסגעמאַכט געוואָרען א קרייז, ווי עס צייגט צייכנונג 57.

די לבנה איז א דונקעלער קוגעל אזוי ווי די ערד און זי בעקומט איהר ליכט פון דער זון. ווען מיר זעהען די לבנה שיינט, איז דאָס ניט איהר אייגענער שיין, נאָר די בעלייכטונג, וואָס זי קריעגט פון דער זון. ווען עס זאָלען זיין מענשען אויף דער לבנה וואָלטען זיי פון דאָרטען זעהן, אז אויך אונזער ערד שיינט מיט אונגעפעהר אזא ליכט ווי מיר זעהען די לבנה.

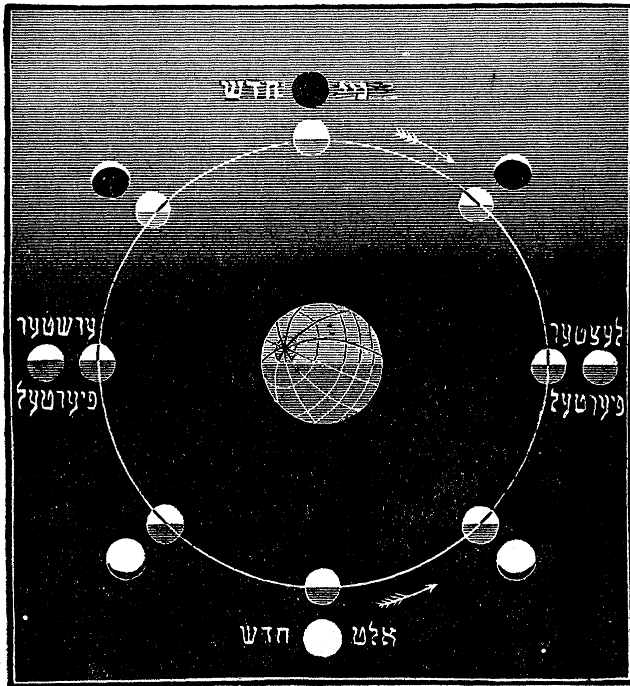
די לבנה איז אימער צוגעקעהרט צו דער ערד מיט איין זייט. מיר זעהען אימער בלויז איין זייט פון דער לבנה, די אַנדערע זייט זעהען מיר קיין מאָל ניט. דערמיט איז די בעוועגונג פון דער לבנה אַרום דער ערד אַנדערש ווי די בעוועגונג פון דער ערד אַרום דער זון. די ערד דרעהט זיך אַרום זיך אליין, ווען זי בעוועגט זיך אַרום דער זון. אין פערלויף פון 24 שטונדען זיינען אַלע זייטען פון דער ערד געווען געווענדעט צו דער זון. די לבנה אָבער בעוועגט זיך אַרום דער ערד, ניט דרעהענדיג זיך אַרום זיך. מען קען זאָגען, אז די ערד דרעהט זיך ווי א ראָד אין איהר קרייז־וועג אַרום דער זון, וועהרענד די לבנה ג ל י ט ש ט זיך אין איהר קרייז־וועג אַרום דער ערד. נאָר איין אומדרעהונג אַרום זיך מאַכט די לבנה דאָך איין מאָל אין א חדש. אַרומגעהענדיג יעדען חדש אַרום דער ערד מוז זי אין דערזעלביגער צייט אויך מאַכען איין אומדרעהונג אַרום זיך אליין. דאָס איז גאַנץ לייכט צו בעגרייי־

פען. אט פראבירט שטעלט אוועק א טיש אין מיטען צימער און געהט ארום דעם טיש אין א קרייז מיט'ן פנים געוועגדעט צום טיש. דאס וועט זיין פונקט ווי די לבנה בעוועגט זיך ארום דער ערד. ניט קוקענדיג אבער אויף דעם וואס אייער פנים וועט זיין די גאנצע צייט צום טיש, וועלכען איהר געהט ארום, וועט איהר דאך, ארומקרייזענדיג איהם, אויסקומען מיט'ן פנים נאך דער רייה נאך צו אלע פיער זייטען פון צימער. איהר האט זיך, הייסט עס, ארומגעדרעהט ארום זיך, אין דער צייט ווען איהר זייט ארומ־געגאנגען ארום טיש. ווארום אויסקומענדיג מיט'ן פנים צו אלע פיער זייטען פון צימער קען מען בלויז ווען מען דרעהט זיך אום ארום זיך אליין. דאס זעלבע קומט פאר מיט דער לבנה ווען זי בעוועגט זיך ארום דער ערד. ארומדרעהענדיג זיך ארום דער ערד, זייענדיג געוועגדעט צו דער ערד מיט איין זייט — מיט'ן „פנים" איהרען — דרעהט זי זיך אויך אום ארום זיך אליין.

אין פערלויף פון מאנאט זעהען מיר די לבנה אין פערשיע־דענע געשטאלטען. אמאל אין דער פארם פון א סערפ, אמאל אין דער פארם פון א האלבען קרייז און אמאל אין א גאנצען פולען קרייז. דיעזע פערשיעדענע געשטאלטען פון דער לבנה הייסען פאזען.

די פאזען פון דער לבנה ענדערען זיך מיט דער ענדערונג פון דער לאגע פון דער לבנה צווישען דער זון און דער ערד. אין אנפאנג חדש, ווען די לבנה געפינט זיך צווישען דער זון און דער ערד, דאן זעהען מיר איהר אין גאנצען ניט, ווייל איהר בעלויכ־טענע זייט איז אין גאנצען אבגעקעהרט פון דער ערד. אין א פאר טעג ארום אבער, ווען די לבנה האט זיך אביסעל אבגערוקט פון איהר פריהערדיגער לאגע אין דער ריכטונג פון מערב צו מזרח, פאנגען מיר אן צו זעהן א קליינעם טייל פון איהר בעלויכטענער זייט זי ערשיינט פאר אונז אין דער פארם פון א שמאלען סערפ מיט זיינע צוויי שפיצען צו מזרח זייט. אין א משך פון א וואך, ווען די לבנה איז אבגעגאנגען א פיערטעל פון איהר קרייז־וועג ארום דער ערד, ערשיינט זי פאר אונז אין דער פארם פון א האל־בען קרייז, מיט דער רונדער זייט צו מערב. אין א וואך שפעטער, ווען די לבנה איז שוין אבגעגאנגען א העלפט פון איהר קרייז־וועג ארום דער ערד. זעהען מיר איהר אין איהר גאנצער פולקייט, א

רעגעלמעסיגער קרייז. אין איהר ווייטערדיגער בעוועגונג, פון האלב חדש אָן, פאנגט זיך די בעלויכטענע זייט פון דער לבנה אָן אָב־צוקעהרען פון דער ערד און זי פאנגט אָן קלענער ווערען. דער פריהערדיגער פולער קרייז פערליערט מיט יעדען טאָג אלץ מעהר די רונדקייט פון איין זייט ביז אין א וואָך צייט ווערט דער קרייז א האלבער. זיין רונדער זייט איז דאַן געריכטעט צו מזרח. אין

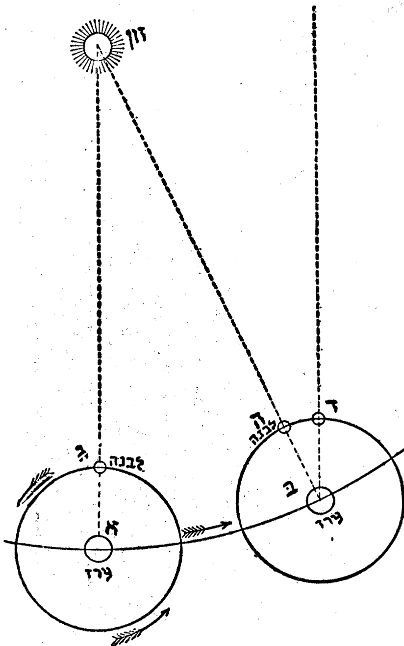


ציירנונג 58. די פאַזען פון דער לבנה.

א דריי טעג ארום בעקומט די לבנה ווידער די פאָרם פון א סערפּ, וואָס זיינע שפּיצען זיינען געריכטעט צו מערב.

די צייט ווען די לבנה איז אומגעקעהרט צו דער ערד מיט איהר דונקעלער זייט און מען קען זי ניט זעהן, רופט מען ניי־חדש

אָדער יונג־חדש), די צייט ווען די לבנה ערשיינט אין איהר פולען קרייז רופט מען אַלט־חדש. די צייט ווען מיר זעהען איהר וועסטליכע העלפט ווערט אָנגערופען ערשטער פיערטעל און די צייט, ווען מיר זעהען איהר מזרח העלפט ווערט אָנגערופען לעצטער פיערטעל. די לאַגע פון דער לבנה אין אָנפאַנג חדש, אין דער צייט פון מולד, ווען זי געפינט זיך צווישען דער זון און דער ערד, הייסט קאָניוקציאָן איהר לאַגע אין אַלט־חדש, ווען זי איז געגען דער זון פון דער אַנדערער זייט פון דער ערד, הייסט אָפּאָזיציאָן. די לאַגע פון דער לבנה אין ערשטען פיערטעל און אין לעצטען פיערטעל הייסען קוואַדראַטורען.



ציוכנונג 59. דער אונטערשיעד צווי־שען דעם סידערישען און סינאָדישען מאָ־נאַט פון דער לבנה.

די לבנה מאַכט איהר קרייז־וועג אַרום דער ערד אין אונגעפעהר 27 טעג און 8 שטונדען. אָבער אין דער צייט, ווען די לבנה דרעהט זיך אַרום דער ערד, דרעהט זיך די ערד אַרום דער זון. אין פערלויף פון די 27 טעג און 8 שטונדען וואָס די לבנה מאַכט איהר קרייז־וועג אַרום דער ערד דרעהט זיך די ערד אַוועק אַ גרויסען מהלך פון דעם פונקט, וואָס די לבנה האָט אָנפאַנג חדש אָנגעפאַנ־גען איהר קרייז וועג. אום די לבנה זאָל זיך צוריקקעהרען צו דעם פונקט פון וועלכען זי איז אַרויסגעגאַנגען אָנפאַנג חדש, וועט איהר דויערען מעהר ווי 27 טעג מיט 8 שטונדען. זי דאַרף דאָך אָניאָ־גען דאָס שטיק וועג, וואָס די ערד האָט זיך אַוועקגעדרעהט אין

דעם משך פון די 27 טעג מיט די 8 שטונדען. מען קען עס אמ־בעסטען פערשטעהן פון דער צייכנונג 59.

לאָמיר אָננעהמען, אז ווען די ערד בעוועגט זיך די שטרעקע פון א צו ב אין איהר אָרביט ארום דער זון, מאכט די לבנה א פולע קרייז־בעוועגונג ארום דער ערד. עס הייסט, אז ווען די ערד וועט זיין אין פונקט ב וועט די לבנה זיין אין פונקט ד, צוריק אין דעמ־זעלביגען פונקט פון וועלכען זי האָט אָנגעפאנגען איהר בעוועגונג, ווען די ערד איז געווען אין פונקט א. דיעזער פולער אומקרייז האָט געדויערט דער לבנה 27 טעג מיט 8 שטונדען. אָבער קו־מענדיג צוריק צו איהר פונקט פון וועלכען זי האָט אָנגעפאנגען איהר בעוועגונג, איז זי דאָך ניט געקומען צו דערזעלביגער לאגע אין בעצוג צו דער זון. ווען זי האָט אָנגעפאנגען איהר בעווע־גונג איז איהר לאגע אין בעצוג צו דער זון געווען אין פונקט ב, כדי צו קומען צוריק צו דערזעלביגער לאגע, מוז זי מאכען די שטרעקע פון ד ביז ה. דאָס איז דאָס שטיק וועג, וועלכע זי דאַרף אָניאָגען די ערד, וועלכע האָט זיך אין דעם משך פון די 27 טעג און 8 שטונדען אוועקגעדרעהט אין איהר אָרביט ארום דער זון.

עס נעהמט ביי דער לבנה אן ערך 2 טעג מיט 5 שטונדען די שטרעקע אָנצויאָגען, און פון איין מולד פון דער לבנה ביז דעם צוויי־טען מולד, אָדער פון איין קאָניונקציאָן ביז דער צווייטער, דויערט, אַלזאָ, אין דורכשניט 29 טעג מיט 13 שטונדען.

די צייט, אין וועלכער די לבנה מאכט איהר אומקרייזונג ארום דער ערד (27 טעג מיט 8 שטונדען) הייסט **סידערישער מאָנאַט** אָדער **שטערען־מאָנאַט**, און די צייט פון איין מולד ביז'ן צווייטען (29 טעג מיט 13 שטונדען), אין וועלכע די לבנה קומט אין דערזעלביגער פּאָזיציע צו דער זון, פון וועלכער זי איז ארויס־געגאנגען, הייסט **סינאָדישער מאָנאַט**. צוועלף סינאָדישע מאָנא־טען זיינען א לבנה יאָהר (דאָס אידישע יאָהר).

לקוי חמה און לקוי לבנה (עקליפסען).

ניינצעהנטער קאַפּיטעל

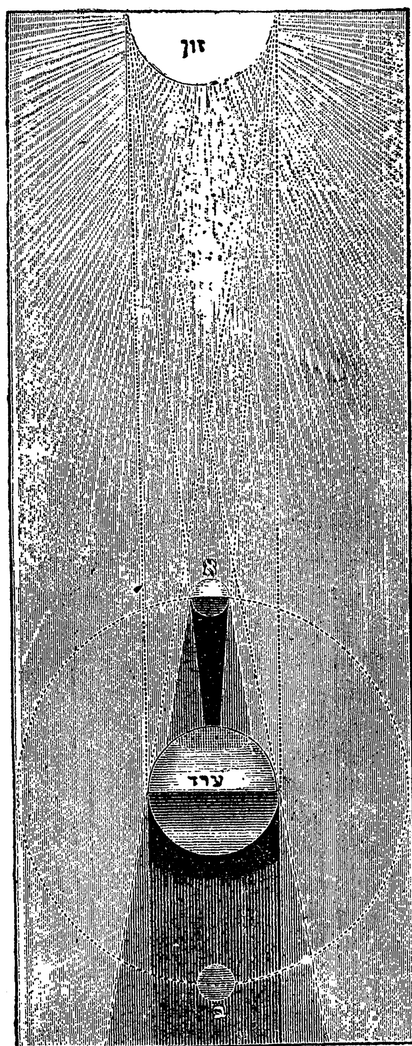
די אורזאכען פון לקוי חמה און לקוי לבנה. — דער שאָטען פון דער ערד און פון דער לבנה. — גאַנצע און טיילווייזע עקליפּסען. — די צאָהל פון עקליפּסען. — דאָס אויסזעהן פון אַ גאַנצען עקליפּס פון דער זון.

יעדער דונקעלער קערפּער ווארפט פון זיך אַ שאָטען, ווען די זון שיינט אויף איהם. אזוי ווי די ערד און די לבנה זיינען דונקעלע קערפּער, אויף וועלכע עס שיינט די זון, ווארפען זיי דעריבער פון זיך אַ שאָטען. צוליעב דיעזען שאָטען קומען פאָר די פערפינסטערונגען פון דער לבנה (לקוי לבנה) און די פערפינסטערונגען פון דער זון (לקוי חמה). אויף דער אסטראָנאָמישער שפּראַך ווערען דיעזע פערפינסטערונגען גערופען עקליפּסען.

אַן עקליפּס פון דער לבנה (לקוי לבנה) קומט פאָר, ווען זי געהט דורך דעם שאָטען, וואָס די ערד ווארפט פון זיך, און אַן עקליפּס פון דער זון (לקוי חמה) קומט פאָר, ווען די לבנה געהט דורך צווישען די זון און די ערד און פערשטעלט די שיין פון דער זון מיט איהר שאָטען, וואָס זי (די לבנה) ווארפט פון זיך.

דער שאָטען פון דער ערד און פון דער לבנה האָט די פאָרמע פון אַ קאָנוס (קעגעל) אָדער פון אַ רונדען קלין. יעדער קוגעל-פערמיגער קערפּער ווארפט פון זיך אַ שאָטען וואָס האָט די פאָרמע פון אַ קאָנוס. דאָס איז איינע פון די בעווייזע, אז די ערד און די לבנה זיינען קוגעל-פערמיגע קערפּער.

ווען די לבנה געפינט זיך צווישען דער ערד און דער זון, ווי דאָס איז דער פאַל אין דער צייט פון קאָניונקציאָן (מולד אָדער ניי-חדש), און ווען די לאַגע פון דער זון, פון דער לבנה און פון דער ערד איז אזעלכע, דאָס זיי געפינען זיך אַלע אויף איין גלייכער ליניע, דאַן פאַלט דער שאָטען פון דער לבנה אין אזא ריכטונג אויף דער ערד, דאָס ער פערשטעלט פון דער ערד, אויף



ציַיכנונג 60. לקוי חמה און לקוי לבנה.

דעם אָרט, וואו ער (דער שאָטען) איז גע־פאַלען, די שיין פון דער זון. עס איז דאַן א לקוי חמה, א זונען־פערפינסטערונג.

ווען די ערד גע־פינט זיך צווישען דער זון און דער לבנה, ווי דאָס פּאַ־סירט אין דער צייט פון אָפּאָזיציאָן (אַלט־חדש אָדער פולמאָנד) און די לאַגע פון דער זון, פון דער ערד און פון דער לבנה איז אַזעלכע, דאָס זיי גע־פינען זיך אַלע אויף איין גלייכער ליניע, דאַן פאַלט דער שאָ־טען פון דער ערד אויף דער לבנה אין אַזא ריכטונג, דאָס ער פערשטעלט פון איהר די שיין פון דער זון און זי ווערט פינס־טער. עס איז דאַן א לקוי לבנה, א לבנה פערפינסטערונג. פון דער ציַיכנונג 60, וואָס מיר גיבען דאָ, קען מען זעהן, ווי עס קומען פאָר די עק־ליפּסען.

ווען די לבנה געפינט זיך אין פּונקט א, אין דער צייט פון ניי־חדש, דאַן פערשטעלט זי מיט איהר שאָטען אויף א טייל פון דער ערד, די שיין פון דער זון, און די מענשען, וואָס לעבען אויף דיעזען טייל פון דער ערד, זעהען ניט די זון. עס איז א לקוי חמה.

ווען די לבנה געפינט זיך אין פּונקט ב, אין דער צייט פון אלט חדש (פול־מאָנד), ווערט זי פערדעקט מיט דעם שאָטען פון דער ערד און זי קען ניט קריגען דעם שיין פון דער זון, די ערד מיט איהר שאָטען פערשטעלען די זון פון איהר. די לבנה ווערט דאַן פינסטער און מען קען זי ניט זעהן. עס איז א לקוי לבנה.

אויף דער צייכנונג קען מען זעהן צוויי ערליי שאָטענס, סאַי פון דער לבנה סאַי פון דער זון. איינער איז דונקעלער און דער צווייטער איז העלער. מען רופט דעם דונקעלען שאָטען אומבראַ און דעם העלערען פּענומבראַ.

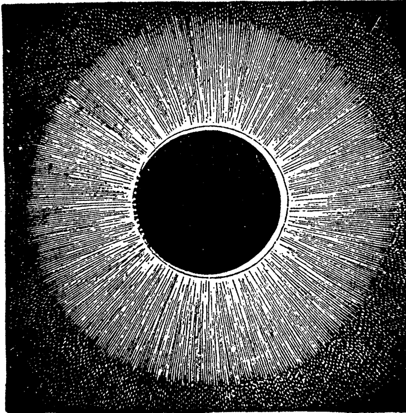
ווען דער אָרביט (קרייז־וועג) פון דער לבנה וואָלט זיך געפונען אין איין שטח מיט דעם עקליפּטיק (ווי א רינג אין א רינג), וואָלטען מיר געהאַט יעדען מאָנאַט א לקוי לבנה און א לקוי חמה. צו יעדען מולד פון דער לבנה וואָלטען מיר געהאַט א לקוי חמה און צו יעדען אַלט־חדש וואָלטען מיר געהאַט א לקוי לבנה. מיר וויסען שוין אָבער פון פריהער, אז דער אָרביט פון דער לבנה איז אָבגענייגט אויף 5 גראַד פון דעם עקליפּטיק. ער טרעפט זיך מיט איהם צוזאמען בלויז אין צוויי פּונקטען, וואו זיי שניידען זיך, און דיעזע שנייד פּונקטען אָדער נאָדען זיינען ניט אימער אויף איין אָרט נאָר זיי בייטען זיך, און די לבנה קען נאָר דאַן אויסקומען אויף א גראַדער ליניע און אין איין שטח מיט דער ערד און מיט דער זון, ווען זי געפינט זיך אין דער צייט פון קאָניונקציאָן אָדער אָפּאָזיציאָן ביי די נאָדען (וואו עס קומט זיך צונויף דער אָרביט פון דער לבנה מיט דעם עקליפּטיק); אָבער אזוי ווי די נאָדען בייטען זייערע ערטער יעדען חדש קומט דעריבער די לבנה ניט אוים ביי יעדער קאָניונקציאָן און אָפּאָזיציאָן אין איין שורה מיט דער זון און דער ערד, ממילא האָבען מיר ניט יעדען חדש א לקוי לבנה און א לקוי חמה. ווען די לבנה איז אַביסעל אָפּגערוקט פון דעם עקליפּטיק טרעפט ניט איהר שאָטען די ערד אין דער צייט פון קאָניונקציאָן, און דער שאָטען פון דער ערד פערשטעלט נישט די לבנה אין דער צייט פון אָפּאָזיציאָן.

די עקליפּסען (פערפינסטערונגען) פון דער לבנה און פון דער זון ווידערהאָלען זיך אין דערזעלביגער אָרדנונג אַלע 18 יאָהר, 11 טעג, 7 שטונדען, 40 מינוטען און 38 סעקונדען. די אַלטע עגיפּ־טער האָבען דעם דאָזיגען פּעריאָד פון צייט א נאָמען געגעבען סאַ־ראָס. אין א סאראָס קומען אין דורכשניט פּאָר 70 עקליפּסען, פון וועלכע 41 זיינען פון דער זון און 29 פון דער לבנה. די גרעס־טע צאָהל עקליפּסען אין א יאָהר קענען זיין 7, פון זיי 5 פון דער זון און 2 פון דער לבנה. די קלענסטע צאָהל עקליפּסען, וועלכע מוזען פּאָרקומען אין א יאָהר זיינען צוויי,ביידע זיינען דאן פון דער זון. פון דער לבנה קענען פּאָרקומען בלויז דריי עקליפּסען אין א יאָהר, קיין מאָל ניט מעהר.

א לקוי חמה אָדער א לקוי לבנה קען זיין א גאנצע אָדער א טיילווייזע. מען טיילט זיי דעריבער איין אין גאנצע עקליפּסען און אין טיילווייזע עקליפּסען. ווען די זון, די לבנה און די ערד געפינען זיך פּינקטליך אויף איין גראָדער ליניע, איינע נעגען די אנדערע, דאן קומט פּאָר א גאנצער עקליפּס. ווען זיי זיינען אָבער עטוואס אָבגערוקט פון דער גראָדער ליניע, דאן קומט פּאָר א טיילווייזער עקליפּס, וויל ניט דער גאנצער שאָטען פון דער לבנה פאַלט אויף דער ערד, נאָר א טייל פון איהם. דאָס זעל־בע איז אויך מיט דעם שאָטען פון דער ערד, ער פאַלט בלויז א טייל אויף דער לבנה.

א גאנצער עקליפּס פון דער זון מיינט אָבער ניט, אז דער גאנצער האַלב ערד־קוגעל וועלכער איז געווענדעט צו דער זון ווערט פערפינסטערט. דער שאָטען פון דער לבנה, וואס פאַלט אויף דער ערד, איז צו קליין צו פערשטעלען אַלע טיילען פון דער ערד מיט אמאָל, אז דער שיין פון דער זון זאָל צו זיי ניט קענען צוקומען. דער שאָטען פון דער לבנה קען בלויז פערפינסטערען א געוויסען שטח פון דער ערד.

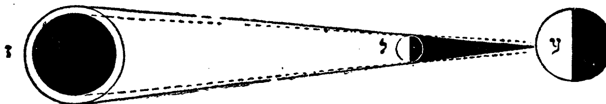
אזוי ווי די לבנה בעוועגט זיך אין איהר אָרביט פון מערב צו מזרח, פאנגט זיך דעריבער אָן דער עקליפּס פון דעם וועסטלי־כען ראנד פון דער זון. דער שאָטען פון דער לבנה טרעפט צו־ערשט די בעלויכטענע זייט פון דער ערד פון מערב זייט און לויפט מיט גרויס שנעלקייט צו מזרח זייט. די לענגסטע צייט, וואָס א זונען־פינסטערניס קען אנהאַלטען אויף איין פּלאַץ איז עטוואָס ווע־



צייכנונג 61. אַ רינג־עקליפּס פון דער זון, וועלכער איז געזעהן געוואָרען אין יאָהר 1836.

ניגער ווי 8 מינוטען. אַן עקליפּס פון דער לבנה קען זיין איבער דעם גאַנצען בעלויכטענעם שטח פון דער לבנה. ווייל דער שאָטען פון דער ערד איז גרוים גענוג צו פערדעקען די גאַנצע לבנה. אַ גאַנצער עקליפּס פון דער לבנה קען דויערען איבער 2 שטונדען.

ווען די לבנה געפינט זיך אין איהר אָ ר ב י ט אין דעם אפּאָגעאום (דעם ווייטסטען פונקט פון דער ערד), דאַן זעהט די לבנה אויס אין אונזערע אויגען קלענער ווי די זון, און ווען זי טרעפט זיך אין דער צייט מיט דער זון אויף איין ליניע, איז דער שאָטען וואס זי וואַרפט אויף דער ערד קלענער אין שטח. עס בעריהרט בלויז דער שפּיץ פון דעם קאָנוס־פערמיגען שאָטען די ערד און ער פערשטעלט בלויז פון איהר דעם מיטען פון דער זון און עס זעהט זיך פון איהר אַ ליכטיגער רינג. אזא זונען־פערפינסטערונג ווערט אָנגערופען רינג עקליפּס.

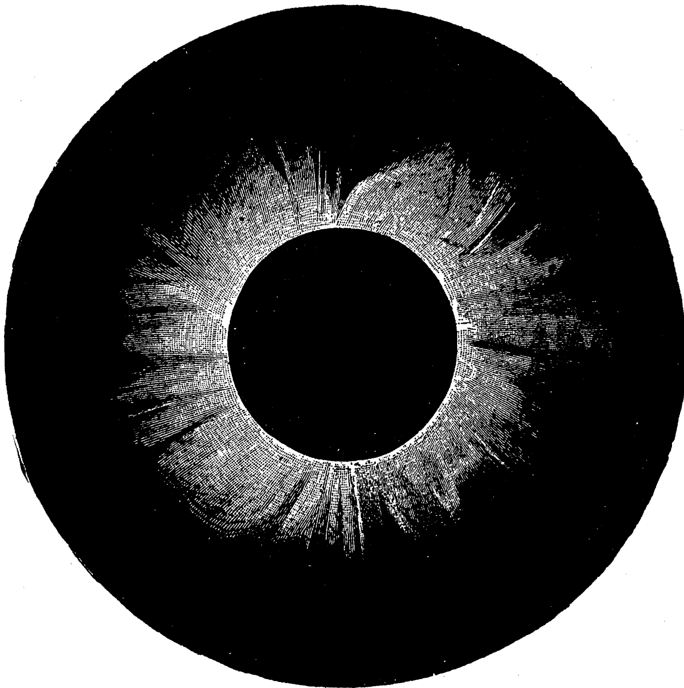


צייכנונג 62. ווי עס קומט פאָר אַ רינג־עקליפּס פון דער זון.

ווען עס קומט פאָר אַ גאַנצער עקליפּס פון דער זון, קען מען זעהן, קוקענדיג דורך אַ טעלעסקאָפּ, ווי די פערפינסטערטע זון איז ארומגערינגעלט מיט אַ ליכטיגען, אָפט פאַרביגען קרייז וועלכער

פערשפרייט זיך איבער א גרויסען שטח ארום דער זון. דיעזער ליכטיגער קרייז ווערט אָנגערופען קאָראָנאַ (שטראַהלען־קרוין).

א פולע לקוי חמה איז איינע פון די איינדרוקספולסטע ער־שיינונגען אין דער נאַטור. ווען עס קומט צו דער זונען־פערפינס־טערונג נעהמט די גאַנצע נאַטור אָן א טרויעריגען, דריקענדען



ציינונג 63. דער שטראַהלען־קרוין ביי א לקוי חמה.

אויסזעהן, וואָס ווארפט א מורא אויף אַלע בעשעפעגישען. ווען די פערפינסטערונג ווערט נאָהנט, בעציהט זיך דער הימעל מיט א דונקעלען פורפור־פאַרב אָדער מיט א געל־רויטליכען קאָליר, וואס ווערט אַלץ דונקעלער און דונקעלער, דער ים ווערט דונקעל רויט און די גאַנצע נאַטור בעדעקט זיך ווי מיט א טרויער שלייער. גראַ־

זען און בוימער בעקומען א גרויען, בלייכען קאָליר, די געזיכטער פון די מענשען בעציהען זיך מיט א טויטען־בלייכקייט, בלומען פער־מאכען זייערע קנאָספּען, עופות פאנגען אָן לויפען און פליהען זיך צו בעהאלטען, העהנער פאנגען אָן קרעהען, פויגלען לאָזען זיך אראָב פלאַטערענדיג צו דער ערד, הינט בילען אויף א וויינענדיגען קול, שעפּסען אויף'ן פעלד לויפען זיך צוזאמען אין א סטאדע און האל־טען זיך צוזאמען ווי פאר א געפאהר, פערד און אָקסען לעגען זיך אוועק צושראָקענע אויף דער ערד און ווילען ניט אויפשטעהן — עס זעהט אויס ווי די גאנצע וועלט און די גאנצע נאטור האָט זיך דערשראָקען. אפּאָר סעקונדען פריהער איידער די זון־פערפינסטע־רונג האָט זיך אָנגעפאנגען, בעווייזען זיך פלוצים די שטערען אויף'ן הימעל, עס ווערט פינסטערער און עס פיהלט זיך ווי דער שאָטען פון דער לבנה בעוועגט זיך מיט גרויס שנעלקייט איבער דער ערד, ווי עס וואָלט וועלען פערפינסטערען די גאנצע וועלט.

ניט קוקענדיג אויף דעם, וואס די אורזאכע פון א לקוי חמה איז שוין געווען בעקאנט די אלטע פעלקער, האָבען זיך דאָך גע־שאפען פערשיעדענע אבערגלויבענס וועגען דער דאָזיגער נאטור־ערשיינונג. נאָך היינט אפילו שרעקט זיך דאָס פראָסטע פאָלק פאר א זונען־פערפינסטערונג און גלויבט, אז עס איז א צייכען פון אונ־גליק. די הינדוסען, וועו זיי דערזעהען דאָס אָנקומען פון א לקוי חמה, גלויבען, אז א דראכען־שלאנג האָט זיך ארויפגעכאפּט אויף'ן הימעל און וויל פערשלינגען די זון. כדי איינצושרעקען דיזען מאָנ־סטער און איהם פערטרייבען פון דער זון, פאנגען די הינדוסען אָן קלאפּען און פויקען און שרייען מיט בענומענע קולות. און ווען זיי דערזעהען שפּעטער, אז די זון איז געבליבען גאנץ און שיינט וויי־טער, ווערט ביי זיי א גרויסע שמחה, זיי טאנצען און הוליען פאר פרייד, וואס זיי האָבען ארויסגעראטעוועט די זון פון די צייהנער פון דראכען־שלאנג. אין אנדערע געגענדען פון אינדיען לויפט די בעפעלקערונג אין דער צייט פון א לקוי חמה צו די טייכען און טונקען זיך אונטער אין וואסער.

די עקליפּסען פון דער זון און פון דער לבנה ווערען מיט פּו־לער פּינקטליכקייט אויסגערעכענט פון די אסטראָנאָמען אויף פיע־לע יאָהרען אין פאראויס. פאר דעם צוועק זיינען פאראן ספּע־ציעלע קאלענדארען מיט טאבעלען וועגען די פערשיעדענע עקליפּסען,

וועלכע דאַרפֿען פּאַרקומען. אָט זיינען די זונען-פֿערפֿינסטערונגען, וועלכע דאַרפֿען פּאַרקומען אין די נעקסטע פּאָר צעהנדליג יאָהר: אין יאָהר 1918, דעם 8טען יוני, וועט פּאַרקומען אַ לקוי חמה איז אָרעגאָן און פלאָרידא, אין די פעראייניגטע שטאאטען פון אמעריקא, און וועט דויערען 2 מינוטען. אין 1919, דעם 29טען מאי — אין בראזיליען, ליבעריא און קאָנגאָ, וועט אָנהאַלטען 7 מינוטען. אין יאָהר 1922, דעם 21טען סעפּטעמבער — אין וועסט אויסטראַליע און קווינסלאַנד, וועט אָנהאַלטען 6 מינוטען. אין יאָהר 1923, דעם 10טען סעפּטעמבער — אין קאַליפאָרניא און מעקסיקא, וועט אָנהאַלטען 4 מינוטען. אין יאָהר 1925, דעם 24טען יאַנואַר — אין דאַלוטה ביז ניו הייווען, קאָנעטיקוט (אין די פעראייניגטע שטאאטען פון אמעריקא), וועט אָנהאַלטען 2 מינוטען. אין יאָהר 1926, דעם 14טען יאנואר — אין סומאַטרא און באָרנעאָ, וועט אָנהאַלטען 4 מינוטען. אין יאָהר 1927, דעם 29טען יוני — אין ענגלאַנד, נאָרוועגיען און לאַפּלאַנד, וועט אָנהאַלטען 1 מינוט. אין יאָהר 1929, דעם 9טען מאי — אין סומאַטרא און אין די פיליפּינען, וועט אָנהאַלטען 5 מינוטען. אין יאָהר 1955 וועט פּאַרקומען אַ גאַנצע לקוי חמה אין לוזאָן וואס וועט אָנהאַלטען 7½ מינוטען און אין יאָהר 1973 וועט אין סאַהאַראַ פּאַרקומען אַ גאַנצע לקוי חמה וואָס וועט אָנהאַלטען 7½ מינוטען. דאָס וועלען זיין די לענגסטע עקליפּסען אין טויזענד יאָהר.

דאָס מעסטען ווייטקייטען און גרויס פון הימעלשע קערפּער.

צוואַנציגסטער קאַפּיטעל

דאָס מעסטען דורך ווינקלען. — שיינבאַרע גרויס און ווירק־ליכע גרויס. — גראַדען פון ווינקלען און גראַדען פון קרייזען. — פּאַראַלאַקסען פון הימעלשע קערפּער. — ווי מען געפינט אויס די פּאַראַלאַקסען. — ווי מען בערעכענט דורך דעם פּאַראַלאַקס פון דער לבנה איהר ווייטקייט פון דער ערד.—די רעכנונג מיט דריי־עקען. — די ווייטקייט פון דער זון בערעכענט דורך די שנעל־קייט פון איהרע ליכט־שטראַהלען. — די ווייטקייט פון דער זון בערעכענט דורך אַבעראַציאָן פון ליכט־שטראַהלען. — וואס איז אַבעראַציאָן?

מיר האָבען אין די פריהערדיגע קאַפּיטלען גערעדט וועגען דער ווייטקייט פון דער זון פון אונזער ערד און וועגען דער ווייט־קייט פון דער לבנה און אויך וועגען זייער גרויס. ווי אזוי אָבער ווייס מען זייער גרויס און זייער ווייטקייט? ווי אזוי האָט מען גע־קענט אויסמעסטען דעם מהלך פון דער ערד ביז דער זון אָדער ביז דער לבנה און זאָגען ווי ווייט און ווי גרויס זיי זיינען? און איז עס איבערהויפּט מעגליך צו מעסטען די ווייטקייט פון דער ערד ביז דער זון?

יא, עס איז מעגליך צו מעסטען און עס זיינען פאַראַן פער־שיעדענע מיטלען ווי צו מעסטען.

מען קען מעסטען די גרויס פון זאכען און ווייטקייטען דורך א לענגען־מאָס, אָדער ליניען מאָס, ווי א יארד, א מעטער א. ד. ג. און מען קען זיי מעסטען דורך א ווינקעל־מאָס. עס פערשטעהט זיך, אז מיט קיין ליניען־מאָס האָט מען ניט געקענט מעסטען די ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון אָדער לבנה. מען האָט ניט געקענט געהן מיט א יארד אָדער מעטער אויסמעסטען דעם מהלך פון דער ערד ביז צו דער זון. אויב עס רעדט זיך, אלזאָ, וועגען

מעסטען, האָט מען פאַר דעם צוועק געמוזט בענוצען די ווינקעל־מאָס.

נאָר ווי אזוי מעסט מען ווייטקייטען דורך ווינקלען? — פאַר דעם צוועק איז נויטיג א לענגערע ערקלערונג.

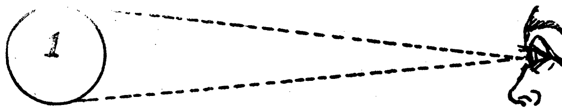
ווען מיר ריידען וועגען דער גרוים פון א געגענשטאַנד וואָס מיר האָבען געזעהן, דאַרפען מיר קיין מאָל דערביי ניט פערגעסען צו האָבען אין זינען, ווי ווייט עס איז געוועזן דער געגענשטאַנד פון אונז ווען מיר האָבען איהם געזעהן. ווען איינער זאָגט, למשל, אַז ער האָט געזעהן א פויגעל וועלכער איז געוועזן אזוי גרויס ווי א טויב, ווייסען מיר נאָך ניט די אמת'ע גרויסע פון פויגעל. עס הענגט אָב דערפון וואו ער האָט דעם פויגעל געזעהן — נאָהנט אויף דער ערד, אויף א בוים אָדער אויף א שפּיץ פון א הויכען טורם. אויב ער האָט דעם פויגעל געזעהן נאָהנט פון זיך אויף דער ערד, דאַן איז די אמת'ע גרויס פון פויגעל ווירקליך געוועזן ווי פון א טויב. ווען ער האָט איהם אָבער געזעהן אויף א בוים, דאַן איז די ווירקליכע גרויס פון פויגעל געוועזן א סך גרעסער ווי פון א טויב. עס קען זיין, אַז זיין אמת'ע גרויס איז געוועזן ווי פון א הוהן. און אויב ער האָט איהם געזעהן אויף א שפּיץ פון א הויכען טורם, קען זיין אַז זיין אמת'ע גרויס איז געוועזן ווי פון אַן אָדלער. אום צו וויסען די ווירקליכע גרויס פון א זאַך וואָס מיר זעהען, דאַרפען מיר אויך וויסען ווי ווייט די זאַך געפינט זיך פון אונזערע אויגען.

מיר פערשטעהען, אַז ווען די לבנה און די זון וואָלטען געווען נעהנטער צו דער ערד, וואָלטען זיי אין אונזערע אויגען אויסגעזעהן גרעסער ווי זיי זעהען אונז אויס היינט, און ווען זיי וואָלטען געוועזן ווייטער פון דער ערד, וואָלטען זיי אונז אויסגעזעהן קלענער. מיר זעהען בלויז די שיינבאַרע גרויס פון די הימעלשע קערפּער אָבער ניט זייער ווירקליכע גרויס.

ווען מיר קוקען אויף א זאַך פון ווייטען, דאַרפען מיר זיך פאָרשטעלען ווי פון אונזער אויג וואָלטען אַרויסגעהן צוויי ליניעס, וועלכע ציהען זיך צו די צוויי ענדען פון דער זאַך, אויף וועלכע מיר קוקען — איין ליניע צו דעם אויבערשטען ענד און די אַנדערע — צו דעם אונטערשטען ענד. דיעזע צוויי ליניעס בילדען מיט זיך א ווינקעל, און די גרויס פון דעם ווינקעל הענגט

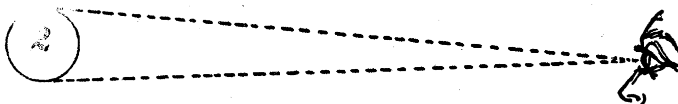
אָב פון דער גרויס פון דער זאַך און פון איהר ווייטקייט פון אונ־זער אויג.

שטעלט זיך פאָר, אז איהר האָט פון דער ווייטענס געזעהן א באַל און ער האָט אין אייערע אויגען אויסגעזעהן אזוי גרויס ווי באַל 1 אויף דער צייכנונג. נאָכדעם האָט איהר געזעהן א צוויי־



צייכנונג 64. ווינקעל־מאָס 1.

טען באַל, וועלכער האָט אין אייערע אויגען אויסגעזעהן אזוי גרויס ווי באַל 2 אויף דער צייכנונג, דאַן, ווי לאַנג איהר ווייסט ניט,



צייכנונג 65. ווינקעל־מאָס 2.

ווי ווייט דער ערשטער באַל איז געווען פון אייערע אויגען און ווי ווייט דער צווייטער, קענט איהר ניט זאָגען בעשטימט, וועלכער פון זיי איז דער גרעסערער. עס איז אמת, אז באַל 1 האָט אייך אויסגעזעהן גרעסער, אָבער דאָס קען זיין, ווייל ער איז געווען נעהנטער. איהר דאַרפט צוערשט וויסען די ווייטקייט, כדי איהר זאָלט קענען אורטיילען וועגען דערווירקליכער גרויס פון דיביידע באַלען.

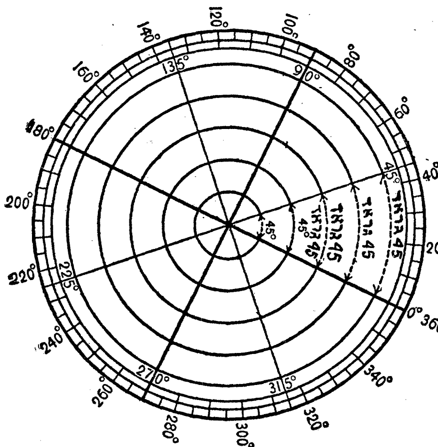
נון קענט איהר אזוי טהאָן. איהר נעהמט צוויי באַלען 1 און 2 פון גלייכען גרויס. נומער 1 לעגט איהר אוועק נעהנטער צום אויג און נומער 2 ווייטער. באַל נומער 1, וועלכער איז נעהנטער צום אויג, זעהט אייך אויס גרעסער, ווי באַל נומער 2 און דער ווינקעל, וואָס עס ווערט געבילדעט פון די צוויי ליניעס, וועלכע געהען ארויס פון אייער אויג צום אויבערען און אונטערען ענד פון באַל נומער 1, איז גרעסער, ווי דער ווינקעל פון באַל נומער 2. ווען איהר פאָטאָגראַפירט דיזע צוויי באַלען פון דעם אָרט, וואו איהר שטעהט, אָדער אויב איהר האָט א גוטע אויגען־מאָס און איהר צייכענט זיי אויף א פאַפּיער אין דערזעלביגער גרויס, ווי איהר

זעהט זיי, און ווען איהר מעסט אויס די שטרעקען פון דעם אָרט, וואו איהר זייט געשטאַנען, ביז צו באַל נומער 1 און ביז צו באַל נומער 2, דאַן קענט איהר מאַכען אַ פערגלייך פון די צוויי ווינקלען, און זעהן מיט וויפיעל גראַד איין ווינקעל איז קלענער פון צווייטען, ווען איין באַל איז ווייטער פון צווייטער מיט אַ געוויסער שטרעקע. און וויסענדיג דעם אונטערשיעד אין דער גרויס פון די ווינקלען, וואָס עס קומט דורך דעם אונטערשיעד אין דער ווייטקייט, קענט איהר שוין, ווען איהר זייט אַ גוטער בעל חשבון, אויסרעכענען דורך ווינקלען פערשיעדענע ווייטקייטען. אַלענפאַלס פערשטעהט איהר פון דעם, אַז מען קען מיט דער הילף פון ווינקלען אויסמעסטען ווייטקייטען.

מיר האָבען שוין אין פריהערדיגע קאַפּיטלען ערקלערט, אַז יעדער קרייז ווערט איינגעטיילט אין 360 גראַד, יעדער גראַד — אין 60 מינוטען און יעדע מינוט — אין 60 סעקונדען. לויט דיעזע גראַדען ווערען געמאָסטען די ווינקלען. פאַר געוועהנליכע טעכנישע צוועקען ווערט געברויכט אַ האַלבער־קרייז אויסגעמאַכט פון בלעך אָדער פון צעלאַלאָיד וועלכער איז איינגעטיילט אין גראַדען. ווען מען וויל אָבמעסטען אַ ווינקעל, לאָמיר זאָגען אַ ווינקעל פון 45 גראַד, דאַן לעגט איהר אַוועק דעם דאָזיגען ווינקעל־מעסטער און ציהט אַ ליניע פון זיין מיטעל־פּונקט צו דעם גראַד וואָס איהר זוכט.

איצט דאַרפען מיר נאָך עטוואַס וויסען. מיר זאָגען, אַז יעדער קרייז ווערט איינגעטיילט אין 360 גראַד, קיין אונטערשיעד ניט ווי גרויס אָדער ווי קליין דער קרייז איז. און ווען מיר ריידען וועגען די ווינקלען, וועלכע ווערען דורך דיעזע גראַדען געמאָסטען איז עס קיין אונטערשיעד ניט אויב דער קרייז איז אַ גרויסער אָדער אַ קליינער. אָט נעהמט דעם ווינקעל־מעסטער. עס איז קיין אונטערשיעד ניט אויב ער וועט זיין אַ גרויסער אָדער אַ קליינער. אַ ווינקעל פון 45 גראַד וואָס וועט געצייכענט ווערען מיט אַ קליינעם ווינקעל־מעסטער וועט זיין פּונקט אַזוי גרויס, ווי דער ווינקעל פון 45 גראַד, וואָס וועט געצייכענט ווערען מיט אַ גרויסען ווינקעל־מעסטער. די גרויס פון קרייז האָט מיט דעם ווינקעל ניט צו טהאָן. זיינען אָבער אויך די גראַד טיילונגען פון אַלע קרייזען גלייך אין גרויס? געוויס ניט. ווען דער קרייז איז אַ גרעסערער

זיינען די טיילונגען גרעסערע. דאָס שטיקעל קרייז־בויגען פון איין טיילונג ביז דער צווייטער אין א גרויסען קרייז איז גרעסער ווי פון א קליינעם קרייז. א גראַד פון דעם ערד־קוגעל איז גרעסער ווי א גראַד פון דער לבנה. סאַי דער ערד־קוגעל סאַי די לבנה ווערען איינגעטיילט אין 360 גראַד, אָבער א 360טעל פון דעם עק־וואַטאָר פון דער ערד איז גרעסער ווי א 360טעל פון דעם עקוואַ־טאָר פון דער לבנה. עס הייסט, אַלזאָ, אַזוי: ווען מיר ריידען וועגען ווינקלען און מיר זאָגען, אז דער אָדער יענער ווינקעל איז 1 גראַד, 2 גראַד אָדער 3 גראַד, איז דאָס פאַר אונז א בעשטימטע מאָס. ווען מיר זאָגען אָבער אז עס איז 1 גראַד אָדער 2 גראַד פון דער קרייז־טיילונג איז דאָס פאַר אונז גאָר ניט קיין בעשטימטער מאָס. מיר דאַרפען צוערשט וויסען ווי גרויס דער קרייז איז, דאַן וועלען מיר אויסרעכענען ווי גרויס די גראַד־טיילונגען זיינען און דאַן וועלען מיר ערשט קענען בערעכענען ווי לאַנג עס איז דער קרייז־בויגען וואָס א גראַד־טיילונג ענטהאַלט.



צייכנונג 66. גראַדען און ווינקלען.

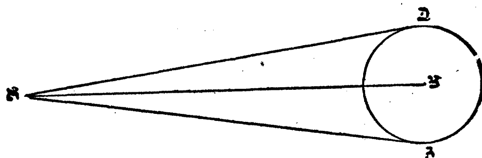
עס פערשטעהט זיך, אז דערביי דאַרף מען זיין א שטיקעל בעל חשבון, ווארום אויסרע־כענען די לענג פון קרייז־בויגענס איז ניט גאַנץ איינפאַך. און מעסטען זיי איז געוויס קיין פלאַן ניט. א גראַדע ליניע קען מען אויסמעסטען פינקטליך אָבער א געבויגענע ליניע איז שווער צו מעסטען פינקטליך. מען מוז איהר אויסרעכענען, דורך געוויסע מאַטעמאַטישע כללים. מיר קענען זיך דאָ אָבער פערשפּאָרען די ארבייט צו ווייזען, ווי אזוי דאָס ווערט געטהאָן. עס וועט פאַר

אונז זיין דאָ גענוג צו זאָגען, אז לויט מאַטעמאַטישע אויסרעכנונ־
גען האָט מען אויסגעפונען, אז די לענג פון 1 גראד פון א קרייז
איז גלייך צו א 57טעל פון דעם ראַדיוס פון דעם קרייז (א ראַדיוס
איז די שטרעקע פון צענטער פון קרייז ביז צו דער קרייז־ליניע).
ווען דער ראַדיוס פון א קרייז איז, למשל, 57 פוס לאַנג, דאַן וועט
די לענג פון קרייז־בויגען, וואָס א גראד פון דיעזען קרייז ענט־
האַלט, זיין 1 פוס. ווען דער ראַדיוס פון א קרייז איז 114 פוס
לאַנג, דאַן וועט די לענג פון דעם קרייז־בויגען וואָס א גראד פון
דיעזען קרייז ענטהאַלט, זיין 2 פוס, א. אז. וו. דיעזען כלל איז נויי־
טיג צו געדענקען, ווייל ער וועט אונז שפּעטער שטאַרק צונוץ קו־
מען.

איידער מיר געהען ווייטער, איז נויטיג צו ערקלערען נאָך א
פּאָר בעגריפען, וועלכע זיינען אונז נויטיג צו וויסען.

מיר האָבען שוין פריהער בעמערקט, אז ווען מיר קוקען אויף
א באַל אָדער קוגעל פון וועלכער עס איז ווייטקייט, דאַן שטעלען
מיר זיך פאָר ווי פון אונזער אויג וואָלטען ארויסגעהען צוויי לי־
ניעס, וואס איינע געהט צו דעם אויבערשטען ענד פון קוגעל און
די צווייטע — צום אונטערשטען ענד, און דיביידע ליניעס בילדען
א ווינקעל וואס זיין גרויס העננט אָב פון דער גרויס פון קוגעל און
פון זיין ווייטקייט פון אויג. מיר זעהען, הייסט עס, בלויז די
שיינבארע גרויס פון קוגעל און ניט זייןווירקליכע גרויס, ניט זיין
ווירקליכען דיאַמעטער נאָר זיין שיינבארען.

לאָמיר בעטראַכטען די פאָלגענדע צייכנונג:

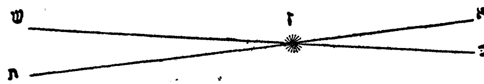


צייכנונג 67. דער שיינבאַרער דיאַמעטער פון א הימעלשען קערפּער
ווי ער ווערט געזעהען פון א בעאָבאַכטער פון פונקט א.

ווען דאָס אויג פון א בעאָבאַכטער קוקט פון דעם פונקט א
אויף א קוגעל, וועלען די צוויי ליניען, וואָס וועלען געצויגען ווע־
רען פון זיין אויג צום קוגעל, בילדען דעם ווינקעל אבג. דיעזער

ווינקעל גיט אן די גרויס פון דעם שיינבארען דיאמעטער (דורכמאס) פון קוגעל ב־ג. די ליניע וואס ווערט געצויגען פון צענטער פון קוגעל, פון צ ביז א, טיילט דעם ווינקעל א־ב־ג אין צוויי, אין א־ב־צ און אין א־ג־צ, יעדער פון דיעזע צוויי ווינקלען גיט אן דעם האלבען־דיאמעטער פון קוגעל. ווען מיר ריידען, אלזא, וועגען דעם האלב־דיאמעטער פון דער זון אדער פון דער לבנה מיינען מיר דעם ווינקעל וואס עס בילדעט די ליניע, וועלכע ווערט געצויגען פון צענטער פון דער זון צו דעם אויג פון דעם בעאבאכטער מיט דער ליניע, וואס ווערט געצויגען פון דעם שיינבארען אויסערען קרייז פון דער זון אדער פון דער לבנה צו דעם אויג פון דעם בעאבאכ־טער.

ווען צוויי בעאבאכטער קוקען אויף א הימעלשען קערפער פון צוויי פערשיעדענע ריכטונגען, זאגען מיר, אז זיי קוקען אויף דער לבנה, איינער פון דער ריכטונג פון צפון און דער צווייטער פון דער ריכטונג פון דרום, און ווען מען זאל ציהען איין ליניע פון מיטעל־פונקט פון דער לבנה צו דעם בעאבאכטער'ס אויג, וואס קוקט פון דער ריכטונג פון צפון און א צווייטע פון מיטעל־פונקט פון דער לבנה צו דעם בעאבאכטער'ס אויג, וואס קוקט פון דער ריכטונג פון דרום, דאן וועלען דיעזע צוויי ליניען בילדען א גע־וויסען ווינקעל, וואס זיין שפיץ וועט זיין אין מיטעל־פונקט פון דער לבנה און זיינע פיס וועלען זיך ציהען ביז די אויגען פון די צוויי בעאבאכטער. מען קען עס זעהן פון דער פאלגענדער צייכ־נונג:



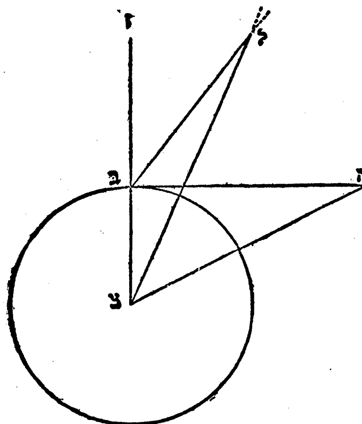
צייכנונג 68. דער פאראלאקס פון א הימעלשען קערפער אין פונקט ז.

איין בעאבאכטער קוקט אויף דעם הימעלשען קערפער ז פון דעם פונקט א אין דער ריכטונג א־ז־ת, און א צווייטער בעאבאכטער קוקט אויף דעמזעלביגען הימעלטען קערפער ז פון דעם פונקט ב אין דער ריכטונג ב־ז־ש, דאן וועט זיך פון דעם אונטערשיעד פון דיעזע צוויי ריכטונגען בילדען דער ווינקעל א־ז־ב, וועלכער איז גלייך צו

דעם ווינקעל ת־ז־ש. דיעזער ווינקעל, וואָס ווערט געבילדעט פון דעם אונטערשיעד פון די פערשיעדענע צוויי בעאָבאַכטונגס־פונקטען ווערט אָנגערופען דער פּאַראַלאַקס פון דעם הימעלשען קערפּער, וואס איז בעאָבאַכטעט געוואָרען. עס הייסט, אַלזאָ, אז א פּאַראַלאַקס פון א הימעלשען קערפּער איז דער אונטערשיעד אין די צוויי ריכטונגען פון וועלכע ער, דער הימעלשער קערפּער, ווערט געזעהן פון צוויי פערשיעדענע פונקטען.

אין א מעהר בעשרענקטער פאָרם ווערט דער בעגריף פּאַראַלאַקס אויסגעדריקט אין די פאָלגענדע ווערטער: א פּאַראַלאַקס איז דער ווינקעל, וואס ווערט געבילדעט פון דער ליניע וואס ווערט געצויגען פון בעאָבאַכטערס אויג צו דעם בעאָבאַכטעטען הימעלשען קערפּער, מיט דער ליניע וואָס ווערט געצויגען פון דעם צענטער פון דער ערד צו דעם דאָזיגען הימעלשען קערפּער.

ווען דער בעאָבאַכטעטער הימעלשער קערפּער געפינט זיך אין זעניט (פּונקט אין א גראַדער ליניע איבער׳ן קאָפּ פון בעאָבאַכטער) דאַן איז ניטאָ קיין פּאַראַלאַקס (ווייל עס בילדעט זיך דאָך נים קיין ווינקעל). ווען דער בעאָבאַכטעטער הימעלשער קערפּער געפינט זיך אויפ׳ן האָריזאָנט, דאַן איז זיין פּאַראַלאַקס דער גרעסטער. מען קען עס זעהן פון דער פאָלגענדער צייכנונג:

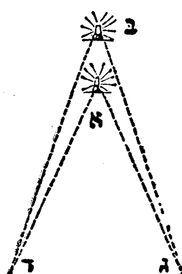


צייכנונג 69. א פּאַראַלאַקס.

צ איז דער צענטער פון ערד און ב איז דער בעאָבאַכטער. ווען א הימעלשער קערפּער ווערט בעאָבאַכטעט אין ז (אין זעניט) דאַן האָט ער ניט קיין פּאַראַלאַקס. ער ווערט דאָך געזעהן פון פונקט צ און פון פונקט ב אין דער זעלביגער ריכטונג און עס ווערט ניט געבילדעט קיין ווינקעל. ווען דער הימעלשער קערפּער וואָס ווערט בעאָבאַכטעט פון ב געפינט זיך אין ל, איז זיין פּאַראַלאַקס

דער ווינקעל ב־ל־צ. ווען ער געפינט זיך אין ה (אויפ'ן האָריזאָנט) איז זיין פּאַראַלאַקס דער ווינקעל ב־ה־צ. דיעזער פּאַראַלאַקס איז דער גרעסטער.

וואָס נעהנטער א הימעלשער קערפּער איז צו אונז, אַלץ גרעסער איז זיין פּאַראַלאַקס און וואָס ווייטער ער איז פון אונז, אַלץ קלע־נער איז זיין פּאַראַלאַקס. דאָס קען מען זעהן פון דער פאָלגענדער צייכנונג.



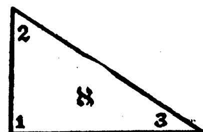
צייכנונג 70. די ערקלערונג פון אַ פּאַ־ראַלאַקס.

לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אז א בעאָב־אכטער האָט פון דעם פּונקט ג געזעהען ביי נאַכט צוויי ליכטער א און ב. ער קען אָבער ניט וויסען וועלכע איז די נעהנטערע און וועלכע איז די ווייטערע. ער האָט אָבער א מיטעל ווי עס אויסצוגעפינען. ער וועט אַרי־בערגעהן פון פּונקט ג, וואו ער איז געשטאַ־נען, צו פּונקט ד. ביידע ליכטער וועלען דאַן אין זיינע אויגען ענדערען זייער ריכטונג, ביי־דע וועלען זיך בעוועגען אין דער געגענגע־זעצטער ריכטונג אין וועלכער ער געהט. ווען ער וועט געהן אין דער ריכטונג פון צפון, וועט עס איהם שיינען, אז די ליכטער בעוועגען זיך אין דער ריכטונג צו דרום, און אומגעקעהרט. ער וועט אָבער בעמערקען אז דאָס ליכט א וועט מעהר ענדערען די ריכטונג ווי דאָס ליכט ב. דער ווינקעל (פּאַראַלאַקס) פון ליכט א איז גרעסער ווי פון ליכט ב. דאָס ליכט א, וואָס איז געוועזען פון דער רעכטער זייט פון ליכט ב, ווען דער בעאָבאַכטער איז געשטאַנען אין פּונקט ג געפינט זיך איצט פון דער לינקער זייט פון ב, ווען דער בעאָבאַכטער איז אַרי־בערגעגאַנגען אין פּונקט ד. דער בעאָבאַכטער קען דעריבער מיט זיכערהייט זאָגען, אז ליכט א איז נעהנטער.

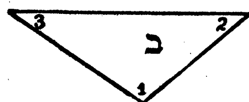
איצט קענען מיר אַריבערגעהן צו דעם ווי אזוי מען קען אויס־מעסטען די ווייטקייט פון הימעלשע קערפּער פון דער ערד. מען מעסט די ווייטקייט דורך די פּאַראַלאַקסען, עס הייסט דורך דער אויסרעכנונג פון די ווינקלען

לאָמיר זעהן ווי אזוי עס ווערט בעשטימט דער פּאַראַלאַקס פון דער לבנה.

די לבנה איז דער נאָהנטסטער הימעלשער קערפּער צו דער ערד. איהר פּאַראַלאַקס דאַרף דעריבער זיין דער גרעסטער. איהר האָריזאָנטאַלער פּאַראַלאַקס איז בלויז עטוואָס ווענינער ווי א גראַד. זוען א בעאָבאַכטער אין ניו יאָרק זאָל קוקען אויף דער לבנה, ווען זי איז נאָהנט צום מערידיאַן, און וועט איהר זעהן אין דרום זייט פון וועלכען עס איז א בעשטימטען שטערען, דאַן ווען א צווייטער בעאָבאַכטער זאָל פּונקט אין דערזעלביגער צייט קוקען אויף דער לבנה אין טשילי, וועט ער איהר זעהן פון צפון זייט פון דעמזעלביגען שטערען. מען קען שוין דערפון פערשטעהן, אז אום צו בעשטימען דעם פּאַראַלאַקס פון דער לבנה דאַרף מען אוועקשטעלען איין בעאָבאַכטער אויף איין זייט פון דער ערד און א צווייטען אויף דער צווייטער זייט פון דער ערד, וועלכע זאָלען מאַכען גע־



ציינכנונג 71. רעכ־טער אָדער גראַדער ווינקעל.



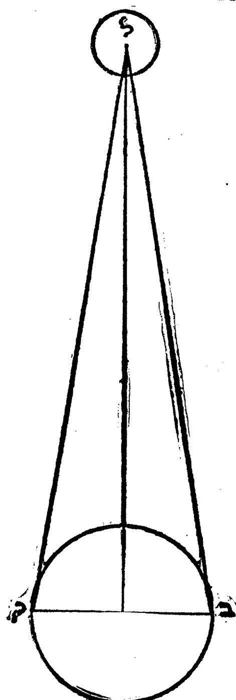
ציינכנונג 72. שטומפּ־פערווינקעל.

נויע בעאָבאַכטונגען וועגען דער ריכטונג אין וועלכע זיי זעהען די לבנה. מען האָט טאַקע אזוי געטהאָן. איין אָבסערוואַטאָריע איז אויפגעשטעלט געוואָרען אין בערלין און די צווייטע אין קייפּ־טאַון (זיד־אפריקא) און פון דיעזע אָבסערוואַטאָריעס האָבען אַס־טראָנאָמען בעאָבאַכטעט די ריכטונג פון דער לבנה און האָבען בע־שטימט איהר פּאַראַלאַקס.

ווען מען האָט דעם פּאַראַלאַקס אויסגעפונען בלייבט שוין בלויז איבער א געאָמעטרישע רעכנונג דורך וועלכע מען קען בע־שטימען די ווייטקייט פון דער לבנה.

ווער עס האָט געלערענט געאָמעטריע ווייס, אז די סומע פון די דריי ווינקלעז פון א דריי־עק איז 180 גראַד, גאַנץ גלייך וואָס פאַר א פאָרם דער דריי־עק האָט. די סומע פון די דריי ווינקלען

פון דעם דריי־עק א איז 180 גראַד און די סומע פון די דריי ווינק־לען פון דעם דריי־עק ב איז 180 גראַד. ווען מען ווייס, אַלזאָ, די גרויס פון צוויי ווינקלען פון אַ דריי־עק קען מען שוין אויסרעכענען די גרויס פון דעם דריטען ווינקעל. ווען מיר ווייסען, למשל, אז אין דעם דריי־עק א איז ווינקעל 1 90 גראַד און ווינקעל 2 איז 60 גראַד, דאַן רעכענען מיר צונויף 90 מיט 60 וואס גיט אונז 150 און מיר ווייסען דערפון, אז ווינקעל 3 וועט זיין 30 גראַד, ווייל אַלע דריי ווינקלען צוזאמען דאַרפען זיין 180 גראַד.



ציייכנונג 73. דער ווינ־קעל צו מעסטען די ווייט־קייט פון דער לבנה פון דער ערד.

איצט קענען מיר געהן ווייטער. דער אַסטראָנאָם אין בערלינער אָבסער־וואַטאָריע האָט אָנגעשטעלט זיין טע־לעסקאָפּ צו דער לבנה און דער אַסט־ראָנאָם אין קייפּטאַון האָט אָנגעשטעלט זיין טעלעסקאָפּ געגען דער לבנה. ווען מען זאָל פון יעדען טעלעסקאָפּ ציהען אַ ליניע צו דער לבנה וועלען דיביידע ליניעס בילדען אַ געוויסען ווינקעל, וואָס זיין שפּיץ וועט זיין אין דער לבנה. יעדער אַסטראָנאָם ווייס אונטער וואָס פאַר אַ ווינקעל ער האָט זיין טעלעסקאָפּ אָנגע־שטעלט. לאָמיר זיך איצט פאָרשטעלען, אַז פון איין אָבסערוואַטאָריע צו דער צווייטער איז געצויגען אַ גראַדע ליניע, דאַן וועלען מיר האָבען אַ דריי־עק (ב־ל־ק ווי אין דער צייכנונג), וואָס איין ווינקעל זיינער איז אין בערלין, דער צווייטער ווינקעל אין קייפּטאַון און דער דריטער ווינקעל אינ׳ם מיטעל־פּונקט פון דער לבנה.

די גרויס פון די צוויי ווינקלען אין בערלין און אין קייפּטאַון ווייסען מיר, ווייל יעדער אַסטראָנאָם ווייס אונטער וואָס פאַר אַ ווינקעל ער האָט אָנגעשטעלט זיין טעלעסקאָפּ, און ווען מען ווייס די גרויס פון צוויי ווינקלען פון דעם דריי עק, דאַן קען מען שוין

אויסגעפינען די גרויס פון דעם דריטען ווינקעל וואָס זיין שפּיץ איז אין מיטעל־פּונקט פון ד'ר לבנה, און דאָס מיינט, אז מען האָט אויסגעפונען דעם פּאַראַלאַקס פון דער לבנה.

פאַר דער בעקוועמליכקייט פון איינהייטליכע אסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען האָבען אַלע אסטראָנאָמען איינגעשטימט אויף א בע־שטימטע ליניע פון וועלכער זיי זאָלען מעסטען דעם פּאַראַלאַקס פון די פערשיעדענע הימעלס־קערפּער. דיעזע אַלגעמיין אָנגענומענע ליניע איז דער ראַדיוס פון דער ערד ביים עקוואַטאָר. דער פּאַראַלאַקס פון דער לבנה איז אויף דעם אופן דער ווינקעל, וואָס עס בילדעט די ליניע פון דעם בעאָבאַכטערס אויג, וואָס איז געריכטעט צו דעם צענטער פון דער לבנה, מיט דער ראַדיוס־ליניע פון דעם עקוואַטאָר פון דער ערד. דיעזער ווינקעל איז אונגעפעהר א גראַד (57 מינוטען און 2 סעקונדען). ווען אַן אסטראָנאָם זאָל דעריבער קענען בעאָב־אַכטען די ערד פון דער לבנה, וואָלט דער עקוואַטאָר פון דער ערד אויסזעהן אין זיינע אויגען נאָהנט פון צוויי גראַד די גרויס (1 גראַד 54 מינוטען און 4 סעקונדען), ווייל דער ראַדיוס פון דעם עקוואַטאָר איז א העלפט פון גאַנצען עקוואַטאָר.

מיר ווייסען שוין פון פריהער, אז דער קרייז־בויגען פון א ווינקעל פון 1 גראַד איז איין זיבען און פופציגסטעל פון דעם ראַדיוס פון קרייז. דער ראַדיוס אין אונזער פאַל איז די שטרעקע פון דער ערד ביז צו דער לבנה, וואָס מיר זוכען איהר ווייטקייט. און ווען מיר זאָגען, אז ווען מען זאָל קוקען פון דער לבנה אויף דער ערד וואָלט דער עקוואַטאָר פון דער ערד אויסזעהן פון דעם לבנה־ווינ־קעל נאָהנט פון צוויי גראַד, דאַן דאַרף די שטרעקע פון דער ערד ביז צו דער לבנה זיין אַן ערך 28½ דיאַמעטערס פון דער ערד (ווען דער עקוואַטאָר פון דער ערד וואָלט אויסגעזעהן פון דעם לבנה ווינקעל בלויז איין גראַד, וואָלט דער ראַדיוס פון דער ערד ביז דער לבנה געווען 57 ערד־דיאַמעטערס). ווען מיר נעהמען די צאָהלען עטוואָס פּינקטליכער, ווייל דער עקוואַטאָר פון דער ערד קוקענדיג אויף איהם פון דעם לבנה ווינקעל זעהט אויס עטוואָס וועניגער ווי א גראַד (1 גראַד 54 מינוטען און 4 סעקונדען), דאַן וועט עס אויס־קומען, אז די ווייטקייט פון דער ערד ביז דער לבנה איז אונגע־פעהר 30 ערד־דיאַמעטערס, דאָס הייסט, אז מען דאַרף אוועקלעגען 30 ערד־קוגלען איינע אויף די אַנדערע צו דערגרייכען די לבנה.

איצט זיינען מיר כמעט פאַרטיג מיט'ן חשבון. מיר ווייסען, אַז דער דיאַמעטער פון דער ערד איז 12,732 קילאָמעטער אָדער 7,927 מייל, דאַן דאַרפען מיר דיעזע צאָהל בלויז כפל'ען מיט 30 און מיר ווייסען וויפיעל קילאָמעטער אָדער מייל די לבנה איז פון דער ערד. נעהמענדיג אין אָנבעטראַכט, אַז די לבנה געפינט זיך אַ מאָל עטוואָס נעהנטער און אַ מאָל עטוואָס ווייטער פון דער ערד (ווייל דער קרייז-וועג פון דער לבנה אַרום דער ערד איז אַן עליפּסע און די ערד געפינט זיך עטוואָס נעהנטער צו איין ענד פון דער עליפּסע), ווערט די דורכשניטס-ווייטקייט פון דעם צענטער פון דער לבנה פון דעם ערד-צענטער גערעכענט אין רונדע צאָהלען 384 טויזענד קילאָמע-טער אָדער 239 טויזענד מייל.

עס איז ביי דער געלעגענהייט נויטיג צו בעמערקען, אַז אין אסטראָנאָמישע רעכנונגען פאַר ווייטקייטען פון הימעלשע קערפּער ווערט דער דיאַמעטער פון דער ערד אָנגענומען פאַר אַן איינהייט. מען זאָגט דעריבער, אַז די ווייטקייט פון דער לבנה איז 30 ערד-דיאַמעטערס, אַנשטאַט אָנצוגעבען די ווייטקייט אין מיילען אָדער אין קילאָמעטערס.

איצט ווען מיר ווייסען די ריכטיגע ווייטקייט פון דער לבנה פון דער ערד קענען מיר שוין אויך וויסען איהר ריכטיגע גרויס.

די שיינבאַרע גרויס פון דער לבנה, ווען מיר קוקען אויף איהר פון דער ערד, איז עטוואָס מעהר ווי אַ האַלבער גראַד (31 מינוטען און 8 סעקונדען). מיר האָבען פריהער געזאָגט, אַז די שיינבאַרע גרויס פון דער ערד, ווען מען זאָל אויף איהר קוקען פון דער לבנה, וועט זיין אונגעפעהר 2 גראַד (1 גראַד, 54 מינוטען און 4 סעקונ-דען). עס קומט אויס, אַז די לבנה איז אונגעפעהר אַ פיערטעל די גרויס פון דער ערד (גענויער אויסגערעכענט ווערט די גרויס פון דער לבנה צו דער ערד זיך פערהאַלטען ווי די צאָהל 273 צו דער צאָהל 1,000). ווויסענדיג, אַז דער דיאַמעטער פון דער ערד איז 12,732 קילאָמעטער אָדער 7,927 מייל, דאַן קענען מיר, דורך טיילען דיזע צאָהל אויף 4, אויסגעפינען, אַז דער דיאַמעטער פון דער לבנה איז אונגעפעהר 3,448 קילאָמעטער אָדער 2,154 מייל.

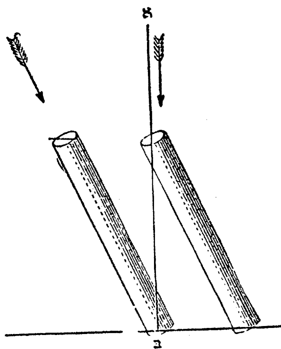
נאָר אויב די ווייטקייט פון דער לבנה האָט מען פּינקטליך גע-קענט אויסמעסטען דורך איהר פּאַראַלאַקס, איז עס שוין שווערער אָנצווועגדען דיזעלביגע מעטאָדע צו מעסטען די ווייטקייט פון דער

זון מיט אַ געניגענדער פּינקטליכקייט. מיר האָבען שוין פריהער בעמערקט, אַז וואָס העכער עס איז אַ הימעלשער קערפּער, אַלץ קלענער איז זיין פּאַראַלאַקס. ווען מען זאָל קוקען פון דער זון אויף דער ערד וועט זי אין די אויגען פון דעם זונען־בעאָבאַכטער אויס־זעהן בלויז ווי אַ קליין פּינטעלע. ווען מען זאָל, אַלזאָ, פון דיע־זען פּינטעלע ציהען צוויי ליניעס, וועלכע זאָלען בילדען אַ ווינקעל אין דעם צענטער פון דער זון, וועט דער ווינקעל זיין אַזאַ קליינער, דאָס דיביידע ליניעס וועלען זיך ווי צונויפגיסען, אַז עס וועט כמעט קיין ווינקעל גאָר ניט זיין. דער פּאַראַלאַקס פון דער זון (דער ווינקעל וועגען וועלכען מיר ריידען דאָ) איז קלענער פון 9 סעקונדען און די אַסטראָנאָמען האָבען אין פריהעריגע צייטען זיך ניט געוואָלט פערלאָזען אויסצורעכענען די ווייטקייט פון דער זון בלויז אויף דעם גרונד פון דעם פּאַראַלאַקס. עס זיינען דעריבער געברויכט געוואָרען אַנדערע מעטאָדען צו בערעכענען די ווייטקייט פון דער זון.

די איינפאַכסטע מעטאָדע צו מעסטען די ווייטקייט פון דער זון איז דורך די געשווינדקייט פון ליכט. מען האָט דורך פער־שיעדענע פּראָבען און בעאָבאַכטונגען אויסגעפונען, אַז עס דויערט די ליכט־שטראַהלען פון דער זון צו דערגרייכען אונזער ערד אַ צייט פון 8 מינוטען און 13 סעקונדען. עס הייסט, אַז ווען די זון איז שוין אויפגעגאַנגען דערזעהען מיר איצט איהר ליכט אין 8 מינוטען און 13 סעקונדען אַרום, און ווען די זון איז שוין אונטערגעגאַנגען זעהען מיר נאָך 8 מינוטען און 13 זעקונדען איהרע שטראַהלען. דער בעסטער מיטעל פאַר די אַסטראָנאָמען אויסצוגעפינען ווי לאַנג עס נעהמט דאָס ליכט פון דער זון צו דערגרייכען אונזער ערד, איז דורך די בעאָבאַכטונגען פון די עקליפּסען (פערפינסטערונגען) פון די לבנות, וואָס בעוועגען זיך אַרום דעם פּלאַנעט יופּיטער. און אַזוי ווי מיר ווייסען פון פיזיק, אַז ליכט־שטראַהלען לויפען מיט דער שנעלקייט פון 300 טויזענד קילאָמעטער אָדער 186 מייל אין אַ סעקונדע, קענען מיר שוין גאַנץ לייכט אויסרעכענען ווי ווייט די זון איז פון אונז. דער חשבון איז איינפאַך. עס נעהמט די זונען שטראַהלען צו דערגרייכען אונזער ערד אַ צייט פון 8 מינוטען און 13 סעקונדען, דאָס איז 493 סעקונדען. אין אַ סעקונדע לויפען די ליכט־שטראַהלען 300 טויזענד קילאָמעטער; מיר כפל'ען, אַלזאָ,

די צאָהל 300,000 אויף 493 און מיר בעקומען דאַן די צאָהל פון אַן ערך 148 מיליאָן קילאָמעטער, אָדער 93 מיליאָן מייל. (ווען די רעכנונג ווערט דורכגעפיהרט פּינקטליכער בעקומט מען אַן ערך 149 מיליאָן קילאָמעטער). מען קען אויך אויסגעפינען די ווייטקייט פון דער זון דורך די אַבעראַציאָן (נייגונג) פון ליכטשטראַהלען.

אום לייכטער צו בעגרייפען וואָס מען פערשטעהט אונטער דעם בעגריף אַבעראַציאָן, וועלען מיר נעהמען אַן אַנדער נאַטור-ער־שיינונג, וועלכע מיר בעמערקען זעהר אָפט, און דורך איהר וועט אונז לייכטער זיין צו פערשטעהן די ערשיינונג וואָס מיר ווילען דאָ ערקלערען. איהר האָט געוויס בעמערקט ווי מען האַלט אַ רעגען־שירמס ווען עס געהט אַ רעגען. ווען מען שטעהט אויף אַן אָרט האַלט מען דעם רעגען-שירם גראַד איבער'ן קאָפּ, ווען מען געהט אָבער האַלט מען דעם רעגען־שירם אַ ביסעל געבויגען אין דער ריכטונג, אין וועלכער מען געהט, און ווען מען געהט שנעל אָדער מען לויפט האַלט מען דעם רעגען־שירם נאָך מעהר איינגעבויגען. וואָס שנעלער מען לויפט, אַלץ מעהר געבויגען האַלט מען דעם רעגען-שירם, כדי זיך צו שיצען פון רעגען. מאַכט אַ פּראָבע מיט אַ רעהרעל אין וועלכען איהר ווילט אריינגיסען אַ טראָפּען וואַסער,



צייכנונג 74. ערקלערונג פון ליכט אַבעראַציאָן.

אז די ווענטלעך פון רעהרעל זאָלען ניט פערנעצט ווערען. ווען דאָס רעהרעל וואָלט שטעהן אויף איין אָרט און גראַד אין דער ריכ־טונג א—ב איז דאָס גאַנץ לייכט צו טהאָן. ווען אָבער דאָס רעהרעל זאָל זיך בעוועגען, דאַן איז עס שוין גאָר ניט אַזוי לייכט אריינצוגיסען אין איהם אַ טראָפּען וואַסער, ניט בענעצענדיג זיינע ווענטלעך. ווען מיר בעוועגען דאָס רעהרעל און מיר ווילען אויפכאַפּען דעם טראָפּען וואַסער, ניט בענעצענדיג די ווענטלעך פון רעהרעל, מוזען מיר דאָס רעהרעל האַלטען אַ ביסעל

געבויגען. און וואָס שנעלער דאָס רעהרעל ווערט בעוועגט, אַלץ מעהר געבויגען מוז מען איהם האַלטען.

לאָמיר איצט פערגלייכען די רעגען־טראָפּענס מיט די ליכט־שטראַהלען פון דער זון. די ליכט־שטראַהלען פון דער זון פאַלען גראַד אויף דער ערד, ווי די טראָפּענס רעגען, אַזוי אָבער ווי די ערד לויפט אין איהר קרייז, מוזען די אַסטראָנאָמען אָנשטעלען זייערע אינסטרומענטען אין אַ געניינטער ריכטונג, לויט דער ריכטונג ווי די ערד בעוועגט זיך. לויט דעם נאָך אויף וואָס פאַר אַ נייגונגס־ווינקעל די אַסטראָנאָמישע טעלעסקאָפּען דאַרפען אָנגעשטעלט ווערען, האָט מען אויסגערעכענט, אַז די שנעלקייט פון די ליכט־שטראַהלען פון דער זון איז 10 טויזענד מאָל אַזוי גרויס ווי די שנעלקייט פון דער בעוועגונג פון דער ערד אַרום דער זון. אַזוי ווי מיר ווייסען שוין, אַז די שנעלקייט פון ליכט־שטראַהלען איז 300,000 קילאָמעטער אָדער 186,000 מייל אין אַ סעקונדע, און וויסענדיג, אַז די ערד לויפט מיט 10 טויזענד מאָל לאַנגזאַמער ווי די ליכט־שטראַהלען פון דער זון, דאַן ווייסען מיר, אַז די שנעלקייט, מיט וועלכער די ערד בעוועגט זיך אַרום דער זון איז 30 קילאָמעטער אַ סעקונדע (אַ 10 טויזענדער טייל פון 300,000). מיר ווייסען אויך, אַז די ערד מאַכט איהר קרייז־וועג אַרום דער זון אין עטוואָס מעהר ווי 365 טעג. אויסרעכענענדיג וויפיעל סעקונדען אין אַ יאָהר איז פאַראַן, קענען מיר וויסען ווי לאַנג עס איז דער קרייז־וועג פון דער ערד אַרום דער זון, און וויסענדיג ווי גרויס עס איז דער קרייז פון דער ערד אַרום דער זון, קענען מיר וויסען ווי גרויס דער ראַדיוס איז פון דיזען קרייז. דער ראַדיוס פון דיזען קרייז גיט אונז דאַן די ווייטקייט פון דער ערד פון דער זון. אויסרעכענענדיג דאָס אַלעס האָט מען וויעדער אויסגעפונען, אַז די ווייטקייט איז אונגעפעהר 149 מיליאָן קילאָמעטער.

עס דאַרף דערביי בעמערקט ווערען, אַז אויסרעכענענדיג דעם פּאַראַלאַקס פון דער זון האָט מען אויך געקראָגען אונגעפעהר די זעלבע צאָהל. רעכענענדיג די ווייטקייט פון דער זון אין ערד־דיאַמעטערס, וועט מען זאָגען, אַז די זון איז 11,700 ערד־דיאַמעטערס ווייט.

און ווען מיר ווייסען שוין די ריכטיגע ווייטקייט פון דער זון, קענען מיר שוין אויך בערעכענען איהר ווירקליכע גרויס.

די פּלאַנעטען.

איין און צוואַנציגסטער קאַפּיטעל

פּלאַנעטען און אסטעראַאידען. — די ווייטקייט פון די פּלאַנעטען. — די אַסטראָנאָמישע איינהייט צו מעסטען ווייטקייטען. — באָדע׳ס געזעץ. — די שיינבאַרע בעוועגונג פון די פּלאַנעטען און זייער ווירקליכע בעוועגונג. — די אַספּעקטען און עלאָנגאַציאָנען פון פּלאַנעטען. — די פּערטורבאַציאָן פון די פּלאַנעטען.

פּלאַנעטען זיינען דונקעלע הימעלשע קערפּער, וועלכע בעוועגען זיך ארום דער זון און ווערען פון איהר בעלויכטען. די ערד אונזערע איז א פּלאַנעט.

עס זיינען פאראַן 8 גרויסע פּלאַנעטען, וועלכע ווערען איינגעטיילט אין צוויי גרופּען לויט זייער גרויס און ווייטקייט. די גרעסערע און ווייטערע פּלאַנעטען זיינען: יופּיטער, סאַטורן, אוראַנוס און נעפּטון. די קלענערע און נעהנטערע זיינען: מערקור, ווענוס, די ערד און מאַרס. די לעצטע פיער ווערען אָנגערופען ערד־פּלאַנעטען, ווייל זיי זיינען אונגעפעהר פון דערזעלביגער גרויס ווי די ערד און, לויט ווי עס ווערט אָנגענומען, אויך אונגעפעהר אזוי הארט ווי די ערד, וועהרענד די ערשטע פיער זיינען פיעל גרעסער פון דער ערד און, לויט ווי עס ווערט אָנגענומען, בעשטעהען זיי פון א שיטערער מאַסע פון דער ערד און פון א בעדייטענד העכערער טעמפּעראַטור.

א חוץ דעם איז פאראַן א גרופּע פון עטליכע הונדערט קליינע פּלאַנעטען, וועלכע ווערען אָנגערופען אַסטעראָאידען אָדער פּלאַנעטאָאידען. דיעזע גרופּע אסטעראָאידען געפינען זיך אין דעם רוים צווישען מאַרס און יופּיטער. עס ווערט אָנגענומען, אז דיעזע גרופּע פון אַסטעראָאידען זאָלען זיין שטיקער פון א צובראָכענעם אָדער רואינירטען פּלאַנעט. פון די אַלע אסטעראָאידען צוזאַמען וואָלט מען געקענט מאַכען א פּלאַנעט, וואָס זאָל זיין כמעט אזוי גרויס ווי דער מאַרס.

די ווייטקייט פון די פּלאַנעטען פון דער זון ווערט געוועהנליך אויסגעדריקט ניט אין מייל'ן נאָר דורך א בעקוועמערע לענגען־איינהייט. דאָס איז די ווייטקייט פון דער ערד ביז דער זון, וואָס ווערט גערעכענט אין רונדע צאָהלען 93 מיליאָן מייל אָדער 149 מיליאָן קילאָמעטער. אָט דיזער מרחק פון 93 מיליאָן מייל אָדער 149 מיליאָן קילאָמעטער איז דאָס די א ס ט ר אָ נ אָ מ י ש ע א י י נ ה י י ט, דורך וועלכער עס ווערט אָנגעגעבען די ווייטקייט פון די פּלאַנעטען. ווען מען זאָגט, למשל, אז די ווייטקייט פון דער גרופּע אסטעראָאידען איז 3, מיינט עס, אז זיי זיינען דריי מאָל אזוי ווייט פון דער זון, ווי די ערד. און ווען מען זאָגט, אז די ווייטקייט פון מערקור איז 0.4 מיינט עס, אז דער דאָזיגער פּלאַנעט איז בלויז פיער צעהנטעל אזוי ווייט פון דער זון, ווי די ערד, אין גאַנצען בלויז אַן ערך 36 מיליאָן מייל פון דער זון.

די פאָלגענדע טאַבעלע גיט א פערגלייך פון דער ווייטקייט פון די פּלאַנעטען, פון זייער גרויס און פון דער צייט וואָס נעהמט זיי צו מאַכען א פולע קרייז־בעוועגונג ארום דער זון.

נאָמען	ווייטקייט אין אסטראָנאָמישע איינהייטען	צייט פון בעוועגונג ארום דער זון	דיאַמעטער
מערקור. . . .	0.4	88 טעג	3000 מייל
ווענוס.	0.7	125 טעג	7700 ”
ערד.	1.0	1 יאָהר	7918 ”
מאַרס.	1.5	1 יאָהר און 10 מאָנ.	4200 ”
אַסטעראָאידען	3.0	פון 3 ביז 9 יאָהר	פון 10 ביז 500 מייל
יופּיטער. . . .	5.2	11 יאָהר און 10 מאָנ.	86,000 מייל
סאַטורן. . . .	9.5	29 יאָהר און 6 מאָנ.	73,000 ”
אוראַנוס. . .	19.2	84 יאָהר	32,000 ”
נעפּטון. . . .	30.1	164 יאָהר און 9 מאָנ.	35,000 ”

די צאָהלען אין דער טאַבעלע זיינען ניט גאַנץ גענוי, זיי זיינען, ווי מען רופט עס אָבגערונדעטע צאָהלען.

מען קען בערעכענען די ווייטקייט פון די פּלאַנעטען נאָך דעם

פאָלגענדען כלל: מען שטעלט אויס די פאָלגענדע רייה ציפער: 384, 192, 96, 48, 24, 12, 6, 3, 0, וועלכע בעקומט זיך ווען מען פאַנגט אָן פון 3 און מען כפל'ט כסדר אויף 2 יעדע ווייטערדיגע צאָהל. נאָכדעם לעגט מען צו צו יעדער צאָהל א 4 און מען מאַכט א חבור און נאָכדעם טיילט מען יעדע נייע צאָהל וואָס מען האָט בעקומען פון חבור אויף 10. מען מאַכט די פאָלגענדע טאַבעלע:

0	3	6	12	24	48	96	192	384
4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	7	10	16	28	52	100	196	388

געטיילט אויף 10:

0.4	0.7	1.0	1.6	2.8	5.2	10.0	19.6	38.8
מערקור	ווענוס	ערד	מארס	אסטעראאידען	יופיטער	סאטורן	אוראנוס	נעפטון

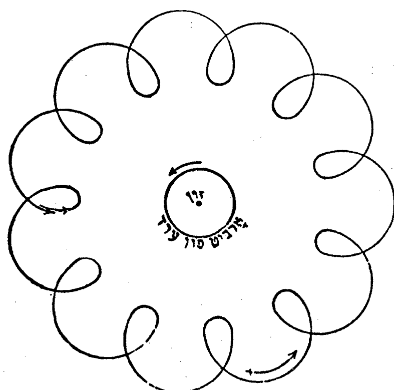
דיעזען כלל האָט אויסגעפונען מיט איבער 100 יאָהר צוריק דער דייטשער אסטראָנאָם באָדע, און ער ווערט דעריבער גערופען אויף זיין נאָמען באָדע'ס געזעץ. די ציפער זיינען ניט גאַנץ גענוי, אָבער זיינען דאָך גאַנץ נאָהנט צו די צאָהלען, וועלכע מען האָט אויסגעפונען דורך די פּאַראַלאַקסען. אַלענפאַלס איז עס זעהר א בעקוועמער כלל צו געדענקען.

עס דאַרף בעמערקט ווערען, אַז אין דער צייט ווען באָדע האָט ערפונדען דאָס געזעץ וועגען דער ווייטקייט פון די פּלאַנעטען, האָט מען נאָך וועגען דעם פּלאַנעט נעפּטון ניט געוואוסט. דער פּלאַנעט נעפּטון איז ערשט ענטדעקט געוואָרען אין יאָהר 1846. ווען ער וואָלט פון איהם דאַן געוואוסט וואָלט ער איינגעזעהן, אַז זיין כלל איז ניט אין גאַנצען קיין ריכטיגער, ווארום דער אונטערשיעד אין דער ווירקליכער ווייטקייט פון פּלאַנעט נעפּטון אין פערגלייך מיט דער ווייטקייט לויט באָדע'ס געזעץ איז א ציעמליך גרויסער.

אזוי ווי מיר בעוועגען זיך מיט דער ערד ארום דער זון, זעהען מיר די בעוועגונג פון די פּלאַנעטען ארום דער זון גאַנץ אַנדערש, ווי זי איז אין דער ווירקליכקייט. מען דאַרף דעריבער מאַכען אַן אונטערשיעד צווישען דער ווירקליכער בעוועגונג פון די פּלאַנעטען און זייער שיינבאַרער בעוועגונג.

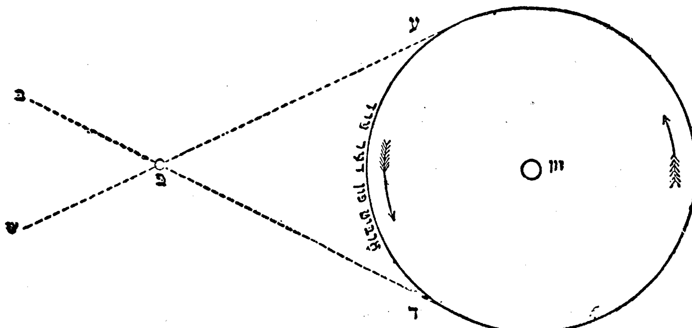
ווען מיר וואָלטען קענען קומען אויף דער זון און פון דאָרטען בעאָבאַכטען די פּלאַנעטען, וואָלטען מיר זעהן ווי די פּלאַנעטען בע־וועגען זיך פאָרווערטס אין זייערע אָרביטען, מאַכענדיג אַ פולע קרייז־בעוועגונג ארום דער זון אין דער צייט, וועלכע מיר האָבען אויבען אָנגעגעבען. מיר זעהען אָבער די בעוועגונגען פון די פּלאַ־נעטען ניט פון דער זון, נאָר פון דער ערד, דאָס מיינט, אז אין דער צייט, ווען מיר פערפאָלגען די בעוועגונג פון די פּלאַנעטען ארום דער זון, בעוועגען מיר זיך אליין ארום דער זון, עס איז דעריבער לייכט צו בעגרייפען, אז מיר זעהען ניט די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען ווי זיי קומען פאָר אין דער ווירקליכקייט. די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען, וועלכע מיר זעהען איז אַ גאַנץ זאָנדערבאַרע. נאָך דעם ווי מיר זעהען אַ פּלאַנעט עטליכע חדשים כסדר בעוועגענדיג זיך פאָרווערטס אין זיין אָרביט צו מזרח צו, פאַנגען מיר אָן בעמער־קען ווי דער פּלאַנעט שטעלט זיך ביסלעכווייז אָב און גיט נאָכדעם זיך אַ רוק ריקווערטס צו מערב. נאָכדעם שטעלט ער זיך ווידער ביסלעכווייז אָב און גיט זיך אַ רוק פאָרווערטס צו מזרח און אזוי כסדר. עס זעהט אויס אין אונזערע אויגען ווי דער פּלאַנעט וואָלט מאַכען שלייפען אויף זיין וועג

ווי אזוי אין אונזערע אויגען קומט אויס, אז אַ פּלאַנעט אנשטאָט זיך בע־וועגען פאָרווערטס פאַנגט זיך גאָר אָן צו בעוועגען ריקווערטס, קען ערקלערט ווערען דורך צייכנונג 76.



צייכנונג 75. די שיינבאַרע בעוועגונג פון יופּיטער אָרום דער ערד.

לאָמיר אָננעהמען, אַז דער גרויסער קרייז פון אונזער צייכנונג שטעלט מיט זיך פאָר דעם אָרביט פון דער ערד און די פיילען ציי־גען די ריכטונג אין וועלכער די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון. לאָמיר זיך איצט פאָרשטעלען, אַז אין פונקט פּ געפינט זיך אַ הימעלשער קערפּער, וועלכער בעוועגט זיך ניט. דאַן ווען די ערד וועט זיך אין איהר אָרביט געפינען אין פונקט ע וועט דער הי־מעלשער קערפּער אין פונקט פּ פון איהר געזעהן ווערען אין דער ריכטונג פון ע—ש. ווען די ערד וועט אָבער קומען אין פונקט ד, דאַן וועט דער הימעלשער קערפּער פּ פון איהר געזעהען ווע־רען אין דער ריכטונג ד—ק. דאָס מיינט, אַז ווען די ערד האָט זיך גערוקט פון פונקט ע ביז פונקט ד, זעהט עס אויס, ווי דער הימעלשער קערפּער פּ, ניט קוקענדיג וואָס ער איז געשטאַ־



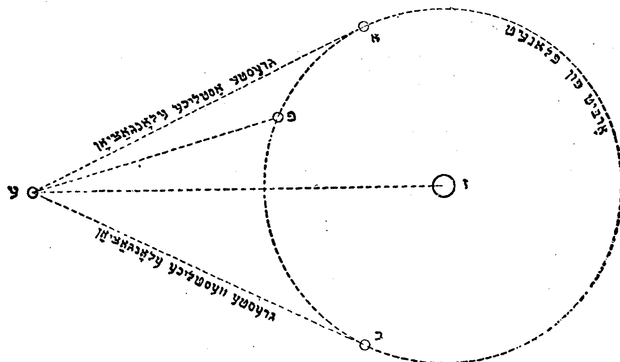
צייכנונג 76. דער אונטערשיעד אין דער ריכטונג ווי אַ פּלאַנעט קען געזעהן ווערען פון דער ערד, ווען דער פּלאַנעט געפינט זיך הינטער דער זון.

נען אויף אַן אָרט, וואָלט זיך אַ רוק געטהאָן אַ שטיק וועג, וואָס איז גלייך צו דעם שטיק קרייז-בויגען פון ע ביז ד. און דיעזע שיינבאַרע בעוועגונג איז געווען אין דער געגענגעזעצטער ריכטונג פון דער בעוועגונג פון דער ערד. עס הייסט, אַז דער הימעלשער קערפּער פּ, שיינט אונז, האָט זיך גערוקט ריקווערטס.

אָבער ווען פּ איז אַ הימעלשער קערפּער וואָס שטעהט ניט אויף אַן אָרט, נאָר ער איז אַ פּלאַנעט און בעוועגט זיך אין דער זעלביגער ריכטונג ווי די ערד, וואָס וועט דאַן זיין? — אויב דער פּלאַנעט וועט זיך בעוועגען אַזוי שנעל ווי די ערד אָדער נאָך שנע־

לער, דאַן וועלען מיר זעהן בלויז ווי ער בעוועגט זיך פאָרווערטס, און קיינמאָל ניט ריקווערטס. ווען אָבער דער פּלאַנעט בעוועגט זיך לאַנגזאַמער ווי די ערד, דאַן שיינט עס אונז אָפּט ווי ער וואָלט זיך בעוועגען ריקווערטס.

די אַלטע אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען זיך געהאַלטען פאַר דער טעאָריע פון פּטאָלעמעאוס, אַז די ערד שטעהט און די זון און די פּלאַנעטען בעוועגען זיך אַרום דער ערד, האָבען אָנגענומען די שיינבאַרע בעוועגונג פון פּלאַנעטען פאַר זייער ווירקליכער בעוועגונג, און זיי האָבען דעריבער ניט געקענט בעגרייפען ווי אַזוי דאָס



ציייכנונג 77. דער אונטערשיעד אין דער ריכטונג ווי אַ פּלאַנעט קען געזעהן ווערען פון דער ערד, ווען ער געפינט זיך צווישען דער זון און דער ערד.

קומט, אַז די פּלאַנעטען אַנשטאָט זיך צו בעוועגען כסדר פאָרווערטס, בעוועגען זיי זיך גאָר אָפּט ריקווערטס און עס קומט אויס, אַז זיי מאַכען שלייפען.

די פערענדערליכע פּאָזיציאָנען אָדער שטעלונגען פון די פּלאַנעטען אין בעצוג איינע צו די אַנדערע און אין בעצוג צו דער זון, ווערען אָנגערופען אַספּעקטען.

די עלאָנגאַציאָן פון אַ פּלאַנעט בעדייט די שיינבאַרע ווינקעל־ווייטקייט פון אַ פּלאַנעט פון דער זון. דאָס קען מען לייכטער פערשטעהן פון דער ציייכנונג 77.

לאָמיר אָננעהמען, אַז דער גרויסער קרייז איז דער אָרביט פון

אַ פּלאַנעט אַרום דער זון, און אַז אין פּונקט ע געפינט זיך די ערד. לאָמיר אָננעהמען, אַז דער פּלאַנעט געפינט זיך אין פּונקט פּ, דאַן ווערט דער ווינקעל, וואָס איז איינגעשלאָסען צווישען דער ליניע ב־ע, וואָס ווערט געצויגען פון דער זון צו דער ערד, און די ליניע פּ־ע, וואָס ווערט געצויגען פון פּלאַנעט צו דער ערד, זיין די עלאָנגאַ־ציאָן פון פּלאַנעט. די עלאָנגאַציאָן איז אַמגרעסטען, ווען דער פּלאַנעט געפינט זיך אין דעם פּונקט א אָדער אין דעם פּונקט ב. אין פּונקט א ווערט ער ערשיינען אין מזרח פון דער זון, און מען רופט עס דאַן די גרעסטע אָסטליכע עלאָנגאַציאָן, און דער פּלאַנעט ווערט אין אַזאַ פאַל זיין זיכטבאַר אין אָווענד נאָך זונען־אונטערגאַנג. ווען דער פּלאַנעט געפינט זיך אין פּונקט ב, ווערט עס אָנגערופען די גרעסטע וועסטליכע עלאָנגאַציאָן, און מען ווערט זעהן דעם פּלאַ־נעט אין פריה־מאָרגען, פאַר זונען־אויפגאַנג.

ווען די פּלאַנעטען וואָלטען בלויז בעאיינפלוסט ווערען פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער זון, דאַן וואָלטען זיי זיך בעוועגען אַרום דער זון אין אַ פאָלשטענדיגער רעגעלמעסיגער עליפּסע און דיעזע עליפּסע וואָלט האָבען אימער דיזעלביגע פּאָזיציע. אָבער אויסער די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון, ווירקט אויך אויף יעדען פון די פּלאַנעטען די צוציהונגס־קראַפט פון די אַנדערע פּלאַנעטען. צו־ליעב דיעזער ווירקונג ווערען די פּלאַנעטען עטוואָס אָוועקגעצויגען פון דעם אָרביט, וועלכען זיי וואָלטען געהאַט, ווען זיי וואָלטען בלויז צוגעצויגען געוואָרען פון דער זון אַליין. די צוציהונגס־קראַפט פון די אַנדערע הימעלשע קערפּער שטערט זיי אין דעם. דיעזע שטע־רונג ווערט אָנגערופען פּערטורבאַציאָן.

צוליעב דער פּערטורבאַציאָן איז יעדער פּלאַנעט אַמאָל עטוואָס פאָרויס אין דעם פּלאַץ, אין וועלכער ער וואָלט געווען, ווען עס וואָלט אויף איהם בלויז געווירקט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון, און אַ מאָל עטוואָס ריקשטעליג; אַ מאָל עטוואָס אַרוים פון זיין אָר־ביט און אַמאָל עטוואָס אריין. די אָרביטען פון די פּלאַנעטען ענדע־רען זיך לאַנגזאַם. זיי זיינען פּעריאָדיש. אין אַ פּעריאָד פון טוי־זענדער יאָהר מאַכט דער אָרביט פון אַ פּלאַנעט אַ גאַנצע רייה ענדערונגען, ביז ער נעהמט אָן צוריק זיין פריהערדיגע פאָרם. אָבער דיעזע אַלע ענדערונגען קענען אויסגערעכענט ווערען פּינקטליך פאַר הונדערטער יאָהרען אין פאָרויס.

די אינוועניגסטע פּלאַנעטען גרופּע.

צוויי און צוואַנציגסטער קאַפּיטעל

מערקור, זיין גרויס, זיין ווייטקייט פון דער זון און זיין קרייז־בעוועגונג. — די עלאָנגאַציאָן פון מערקור. — די נאָדען פון מערקור. — „דורכגאַנג" פון מערקור. — ווענוס און זיינע פאַזען. — אָוועגט שטערען און מאָרגען־שטערען. — די בעוועגונג פון ווענוס. — די נאָדען פון ווענוס. — דער „דורכגאַנג" פון ווענוס. — מאַרס און זיינע קאַנאַלען. — שנעע און וואַסער אויפ'ן מאַרס. — זיינען פאַראַן מענשען אויפ'ן מאַרס? — די סאַטעליטען (לבנות) פון מאַרס. — די אסטעראָאידען אָדער פּלאַנעטאָאידען. — דער אַסטעראָאיד צערעס.

עס איז שוין אין פאָריגען קאַפּיטעל אָנגעגעבען געוואָרען, אַז מען צוטיילט די פּלאַנעטען אין צוויי גרופּען לויט זייער ווייטקייט און גרויסקייט. די נעהנטערע פּלאַנעטען און די קלענערע, ווי מער־קור, ווענוס, די ערד און מאַרס ווערען אָנגערופען די אינוועניגסטע פּלאַנעטען גרופּע, וועהרענד די פיער גרעסערע און ווייטערע, ווי יופּיטער, סאַטורן אוראַנוס און נעפּטון ווערען אָנגערופען די אויס־וועניגסטע פּלאַנעטען־גרופּע. ביידע גרופּען ווערען אָבגעטיילט דורך די אַסטעראָאידען אָדער פּלאַנעטאָאידען.

דער פּלאַנעט מערקור איז דער נעהנטסטער צו דער זון און איז דער קלענסטער צווישען די אויסגערעכענטע פּלאַנעטען. זיין דיאַמעטער איז אונגעפעהר 3,000 מייל אָדער 4,800 קילאָמעטער און ער מאַכט אַ פולע קרייז־בעוועגונג אַרום דער זון אין 88 טעג, עס הייסט, אַז ער מאַכט מעהר ווי פיער אומדרעהונג אַרום דער זון אין אַ יאָהר.

ווען מערקור געפינט זיך נאָהנט פון זיין גרעסטער עלאָנגאַ־ציאָן (זעה פאָריגען קאַפּיטעל) קען מען איהם גוט זעהן מיט דעם נאַקעטען אויג. ער שיינט העלער ווי אַ פיקס־שטערען, זיין קאָליר געזעהן מיט אַ טעלעסקאָפּ איז אַש־בלייך. ווען מען קוקט צו מערב

זייט נאָך זונען־אונטערגאַנג, זעהט מען נאָהנט פון דעם האָריזאָנט אין דעם רויטליכען שיין פון דעם בין השמשות ליכט (דעמערונג) א העלען שטערען. דאָס איז דער פּלאַנעט מערקור. מען דאַרף אָבער דערצו וויסען די לאַגע פון דעם פּלאַנעט וועגוס און פון די פיקס־שטערען, כדי ניט צו מאַכען קיין טעות.

אזוי ווי מערקור איז נעהנטער צו דער זון ווי די ערד, איז ממילא זיין אָרביט קלענער ווי פון דער ערד. ער איז אין דעם אָרביט פון דער ערד, ווי א קליינער רינג אין א גרויסען רינג. ווען דער אָרביט פון מערקור וואָלט געלעגען אין דעמזעלביגען שטח פון דעם עקליפּטיק, דאַן וואָלט מען יעדעס מאָל, ווען מערקור גע־פינט זיך צווישען דער זון און דער ערד אויף איין ליניע, געהאַט א קליינע לקוי חמה. מען וואָלט, אמת, די דאָזיגע לקוי חמה ניט געזעהן, ווייל מערקור איז צו קליין צו פערשטעלען די זון פון דער ערד, אָבער מיט א טעלעסקאָפּ וואָלט מען געזעהן א קליינעם רונדען פלעק אויף דער זון. דער אָרביט פון מערקור איז אָבער אָבגענייגט פון דעם עקליפּטיק אויף א ווינקעל פון 7 גראַד און דעריבער קומט עס בלויז פאַר גאַנץ זעלטען, אז מערקור זאָל אויסקומען מיט דער זון און מיט דער ערד אויף איין ליניע. ווען דאָס קומט פאָר ווערט דיעזע ערשיינונג אָנגערופען טראַנזיט אָדער דורכגאַנג פון מער־קור.

דער שטח אָדער די פלעכע פון מערקורס אָרביט שניידט זיך מיט דעם עקליפּטיק אין צוויי געגענגעזעצטע פּונקטען, גאַנץ אזוי ווי די לבנה. דער שניט־פּונקט אָדער נאָדע וואָס מערקור געהט דורך אין צפון (נאָרד) פון עקליפּטיק ווערט אָנגערופען די אויפ־גאַנגס־נאָדע, און די וועלכע ער געהט דורך אין דרום (זיד) זייט פון דעם עקליפּטיק ווערט אָנגערופען די אונטערגאַנגס נאָדע.

די ליניע דורך די זון פון איין נאָדע צו דער צווייטער ווערט אָנגערופען די נאָדען־ליניע. דיעזע ליניע שניידט דורך דעם אָרביט פון דער ערד אין צוויי געגענגעזעצטע פּונקטען, וואָס דורך איין פּונקט געהט די ערד דורך יעדעס יאָהר אַרום דעם 8טען מאַי און דורך דעם צווייטען פּונקט אַרום דעם 10טען נאָוועמבער. ווען מערקור געהט דורך די אויפגאַנגס־נאָדע נאָהנט פון דעם 10טען נאָוועמבער, דאַן וועלען די זון, מערקור און די ערד אויסקומען אונ־געפעהר אויף איין גראַדער ליניע און מיר וועלען דאַן זעהן א „דורכ־

גאַנג פון מערקור". דאָס זעלבע וועט פּאַסירען, ווען מערקור וועט דורכגעהן די אונטערגאַנגס־נאָדע נאָהנט פון דעם 8טען מאַי.

די פאָלגענדע „דורכגאַנגען" פון מערקור וועלען פאָרקומען אין די נעקסטע פּאָר צעהנדליג יאָהר:

דעם 7טען מאַי 1924, דעם 10טען נאָוועמבער 1927, און דעם 11טען נאָוועמבער 1940.

עס ווערט אָנגענומען, אַז אויף מערקור איז ניטאָ קיין לופט (אַטמאָספערע). צו דעם שלוס זיינען געקומען די אַסטראָנאָמען דורך פערשיעדענע אונטערזוכונגען און בעאָבאַכטונגען.

דער פּלאַנעט ווענוס איז עטוואָס קלענער פון דער ערד. זיין דיאַמעטער איז 7,700 מייל אָדער 12,320 קילאָמעטער, בלויז מיט 300 מייל קלענער ווי פון אונזער ערד־קוגעל. ער מאַכט אַ פולע קרייז־בעוועגונג ארום דער זון אין 225 טעג אָדער אין אַן ערך 7½ חדשים.

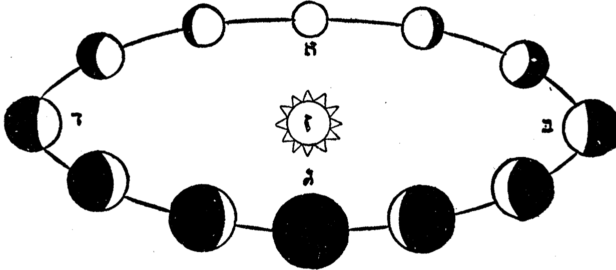
אין זיין גרעסטע עלאָנגאַציאָן איז ווענוס 45 גראַד פון דער זון. ער שיינט דאַן העלער פון אַלע שטערען. מען קען איהם דע־ריבער לייכט דערקענען. ווען ער שיינט זעהר העל, קען איהם אַ שאַרף אויג זעהן אפילו אין מיטען טאָג.

ווענוס איז מיט זיין העלען גלאַנץ איינער פון די שעהנסטע פּלאַנעטען, און ווען מען האָט איהם נור אַ מאָל גוט בעטראַכט, קען מען איהם לייכט דערקענען און בעאָבאַכטען זיין בעוועגונג.

ווען ווענוס געפינט זיך נאָהנט פון זיין גרעסטער אָסטלי־כער עלאָנגאַציאָן, קען מען איהם זעהן אין מערב זייט נאָך זון אונטערגאַנג. דאָס פאָלק רופט איהם דאַן אָבענד שטערען. די אַל־טע פעלקער פלעגען איהם רופען העספּערוס. ווען ווענוס געפינט זיך נאָהנט פון זיין גרעסטער וועסטליכער עלאָנגאַציאָן זעהט מען איהם אין מזרח זייט איידער די זון געהט אויף, און דאָס פאָלק רופט איהם דאַן דער מאָרגען־שטערען. די אַלטע פעלקער פלעגען איהם רופען פאָספאָרוס. עס ווערט אָנגענומען, אַז די אַלטע פעל־קער האָבען ניט געוואוסט, אַז העספּערוס און פאָספאָרוס איז איין און דערזעלביגער הימלישער קערפּער, וועלכען מיר רופען יעצט ווענוס.

פאַר ניט קיין בעוואָפענטע אויג קוקט ווענוס אויס ווי אַ

שטערען, נאָר ווען מען בעאָבאַכטעט איהם מיט א טעלעסקאָפּ זעהט מען, אז ווענוס האָט פאַזען פונקט אַזוי ווי די זון, ווי עס צייגט דאָס פאָלגענדע בילד.



ציי כנונג 78. די פאַזען פון די פּלאַנעטען מערקור און ווענוס, אין זייער בעוועגונג אַרום דער זון.

אין א איז ווענוס אין גאַנצען ליכטיג, אין ב זעהט ער אויס ווי א האַלבע לבנה, אין ג איז ער אין גאַנצען דונקעל און אין ד זעהט ער ווידער אויס ווי א האַלבע לבנה.

ווענוס איז געווען דער ערשטער הימעלשער קערפּער אויף וועלכען גאַלילײ האָט אָנגעשטעלט זיין טעלעסקאָפּ און ער איז געווען דער ערשטער, וואָס האָט ענטדעקט, אז ווענוס האָט פאַזען אַזוי ווי די לבנה און דערפון האָט ער פערשטאַנען, אז ווענוס איז אַליין א דונקעלער קערפּער, וואָס בעוועגט זיך אַרום דער זון און בעקומט זיין ליכט פון איהר.

בעאָבאַכטונגען און אונטערזוכונגען גיבען דעם בעוויז, אז אויף ווענוס איז פאַראַן לופט, נאָר די לופט פון ווענוס איז פיעל שיטערער ווי פון דער ערד.

ווען מען קוקט אויף דעם פּלאַנעט ווענוס מיט א גוטען טע־לעסקאָפּ בעמערקט מען, אז אין זיין מיטען איז ער פיעל העלער, ווי ביי זיין ראַנד. דער שיין פון ווענוס, איז ווי דער גלאַנץ פון בלאַנקע זילבער, וואָס ווערט געהאַלטען פאַר דעם שיין פון פייער.

וועגען דער אומדרעהונג פון ווענוס אויף זיין אייגענער אַקס עקזיסטירען מיינונגס־פערשיעדענהייטען צווישען די אַסטראָנאָמען. אַנדערע בעהויפּטען, אז ווענוס דרעהט זיך אַרום זיין אייגענער אַקס

אונגגעפעהר אזוי ווי די ערד אין 24 שטונדען. די מיינונג פון אנ־דערע איז אָבער, אז ווענוס מאַכט אַרום זיין אַקס בלויז איין אומ־דרעהונג אין 225 טעג, עס הייסט, אז ער מאַכט איין אומדרעהונג ארום זיין אַקס אין דער צייט, וואָס ער מאַכט זיין אומדרעהונג ארום דער זון און דעריבער איז אימער בלויז איין העלפט פון זיין קוגעל געווענדעט צו דער זון. לויט דיעזער בעהויפּטונג איז די בעוועגונג פון ווענוס ארום דער זון אונגעפעהר עהנליך ווי די בע־וועגונג פון דער לבנה ארום דער ערד (זעה בעוועגונג פון דער לבנה).

דער אָרביט פון ווענוס שניידט זיך מיט דעם עקליפּטיק אונ־טער א ווינקעל פון אונגעפעהר 3½ גראַד. די ליניע, וועלכע ווערט געצויגען דורך די נאָדען (שניטפּונקטען) פון זיין אָרביט, שניידט דעם אָרביט פון דער ערד אין צוויי פּונקטען, דורך וועלכע די ערד געהט דורך ארום דעם 6טען יוני און ארום דעם 6טען דעצעמבער. ווען עס טרעפט זיך, אז דער פּלאַנעט ווענוס געהט דורך דיעזע שניט־פּונקטען ארום דעם 6טען יוני אָדער ארום דעם 6טען דע־צעמבער, קומט דאַן פאָר א „דורכגאַנג" פון ווענוס. דאַס מיינט, אז ווענוס געהט פאַריבער די זון און ווען מען בעאָבאַכטעט דאַן די זון מיט א טעלעסקאָפּ זעהט מען א רונדען פלעק. דאַס איז די לקוי חמה דורך דעם פּלאַנעט ווענוס. דאָס קומט אָבער פאָר זעל־טען. לויט די אויסרעכערונגען וועלכע זיינען געמאַכט געוואָרען קענען פּאַרקומען צוויי „דורכגאַנגען" פון ווענוס איז א משך פון 8 יאָהר און נאָכדעם דאַרף אריבערגעהן אַן ערך הונדערט יאָהר. אז דיזעלביגע ערשיינונג זאָל ווידער פּאַרקומען. עס זיינען פאַר־געקובען „דורכגאַנגען" פון ווענוס דעם 7טען דעצעמבער 1631. דעם 4טען דעצעמבער 1639 (א משך פון 8 יאָהר), 5טען יוני 1761 (א משך פון 121½ יאָהר), דעם 3טען יוני 1769 (א משך פון 8 יאָהר), דעם 9טען דעצעמבער 1874 (א משך פון 105½ יאָהר). דעם 6טען דעצעמבער 1882 (א משך פון 8 יאָהר) און עס וועלען פּאַרקומען „דורכגאַנגען" פון ווענוס דעם 8טען יוני 2004 (א משך פון 121½ יאָהר און דעם 6טען יוני 2012 (א משך פון 8 יאָהר).

דער פּלאַנעט מאַרס איז ווייטער פון דער זון ווי אונזער ערד־קוגעל. זיין דיאַמעטער איז 4,200 מייל אָדער 6,720 קילאָמעטער.

דער ארביט פון אונזער ערד־קוגעל געפינט זיך דעריבער אין רעם ארביט פון מארס, ווי א קלענערער רינג אין א גרעסערען. די דורכשניטליכע ווייטקייט פון פלאנעט מארס פון דער זון איז אונ־געפעהר 141 מיליאן מייל אדער 225 מיליאן קילאמעטער.

אין זיין פעריהעליום (נעהנסטער פונקט צו דער זון) איז מארס 128 מיליאן מייל ווייט פון דער זון און אין זיין אפהעליום (ווייט־סטען פונקט) איז ער 154 מיליאן מייל ווייט. עס הייסט, אלזא, אז ווען מארס איז אין זיין פעריהעליום איז ער בלויז 35 מיליאן מייל ווייט פון דער ערד (די ערד איז 93 מיליאן ווייט פון דער זון. ווען מען נעהמט אראב 93 מיליאן פון 128 מיליאן בלייבט 35 מיליאן).

מארס קומט אויס אין אפאזיציאן צו דער זון (דאס הייסט, ווען די ערד איז צווישען דער זון און מארס) אונגעפעהר איינמאל אין 25 אדער 26 חדשים. אין דיעזער צייט בעווייזט ער זיך ארום זון־אונטערגאנג און מען קען איהם דערקענען פון זיין רויט־ליכען גלענצענדען שיין (ער ווערט דעריבער אין העברעאיש אנ־גערופען „מאדים" — רויטער).

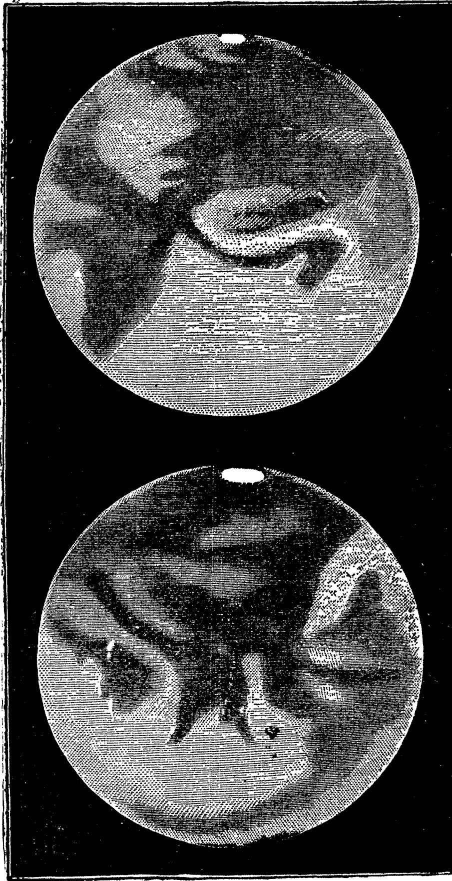
ווען מארס ווערט בעאבאכטעט מיט א גוטען טעלעסקאפ, בע־מערקט מען אויף איהם דונקעלע און העלע געגענדען. מעהרערע אסטראנאמען נעהמען אן, אז די דונקעלע געגענדען, וואס מען זעהט אויפ'ן פלאנעט מארס זיינען ימים און די העלע געגענדען שטעלען מיט זיך פאר יבשה. דער איטאליענישער אסטראנאם שיאפארעלי האט אויסגעפונען, אז די דונקעלע געגענדען פון מארס, וועלכע ווערען אנגענומען אלס ימים, זיינען אין מאנכע ערטער פעראייניגט דורך דונקעלע שטרייפען. ער האט אנגענומען, אז דאס זיינען קאנאלען.

פון שיאפארעלי'ס ענטדעקונג איז ענטשטאנען א גאנצע טעא־ריע, דאס אויפ'ן פלאנעט מארס לעבען מענשען און אז זיי האבען עס געגראבען די קאנאלען, וועלכע פעראייניגען די ימים אויפ'ן מארס. מען האט שוין דערביי אויך אויסגערעכענט, אז די מענשען אויפ'ן פלאנעט מארס האבען א העכסט ענטוויקעלטע אינזשינער וויסענשאפט, ווען זיי האבען געקענט דורכפיהרען אזא ריעזיגע ארבייט. און אויב די אינזשינער וויסענשאפט איז אויפ'ן פלאנעט מארס שטארק ענטוויקעלט, דאן מוז דארטען איבערהויפט זיין א

הויך ענטוויקעלטע קולטור און אַן ענטוויקעלטע מענשהייט. אויף דעם גרונד פון דיעזער השערה זיינען בעשאַפען געוואָרען אַ גאַנצע רייה אַנדערע השערות און סברות, און עס זיינען שוין אָנגעשריבען געוואָרען גאַנצע ביכער וועגען דעם לעבען אויפ׳ן פּלאַנעט מארס, הגם קיינער וויים נאָך עד היום ניט, אויב אויפ׳ן מארס איז איבער־הויפּט פאראַן וועלכעס עס איז לעבען. עס זיינען פאראַן מיינונ־גען, אַז אויפ׳ן פּלאַנעט מארס איז איבערהויפּט קיין לופט ניטאָ, און אויב דאָס איז אַזוי, דאַן קען דאָרטען קיין לעבען ניט זיין. מען איז אָבער מעהר געניינט אָנצונעהמען, אַז עס איז יאָ פאראַן לופט אויפ׳ן מארס. עס זיינען פאר דעם צוועק געבראַכט גע־וואָרען מעהרערע בעווייזע. אָבער אַלע בעווייזע זאָגען, אַז אויב עס איז יאָ פאראַן לופט אויפ׳ן מארס, דאַן איז זי פיעל שיטערער ווי פון דער ערד.

שטודירענדיג דעם פּלאַנעט מארס, האָבען די אסטראָנאָמען בעמערקט, אַז ער האָט אַ גרויסע עהנליכקייט צו אונזער ערד־קוגעל. די עהנליכקייט ווערט נאָך גרעסער דורך די ווייסע „יארמולקעס“, וועלכע מען בעמערקט אויף די פּאָל׳ען פון מארקס. עס ווערט אָנגענומען, אַז דאָס איז דער שנעע, וועלכער בעדעקט די פּאָלאַר־געגענדען פון דעם מארס.

דער עקוואַטאָר פון מארס איז אָבגענייגט פון זיין אָרביט אויף נאָך אַ גרעסערען ווינקעל ווי דער עקוואַטאָר פון דער ערד איז אָבגענייגט פון דעם עקליפּטיק. די יאָהרעס־צייטען אויפ׳ן פּלאַנעט מארס זיינען דעריבער נאָך שאַרפער אָבגעטיילט ווי אויף דער ערד. דער נאָרד־פּאָל פון מארס איז אָבגעווענדעט פון דער זון נאָהנט פון אַ יאָהר צייט (אַ העלפט פון דער צייט וואָס עס נעהמט דעם פּלאַנעט מארס צו מאַכען זיין קרייז־וועג ארום דער זון). דורך דיעזער צייט בעמערקט מען אַ העלע ווייסע „יארמולקע“ איבער דעם נאָרד־פּאָל פון מארס. ווען די זון אָבער פאַנגט אָן צו שיינען אויף דעם נאָרד־פּאָל, פאַנגט די ווייסע „יארמולקע“ אָן צו ווערען קלענער. מען נעהמט אָן, אַז אַ גרויסער טייל פון דעם שנעע פון דעם מארס נאָרד־פּאָל ווערט דאַן צושמאָלצען פון די זונען־שטראַהלען. דאָסזעלבע קומט פאָר אויף דעם זיד־פּאָל פון מארס אין דער צווייטער העלפט פון דעם קרייז־וועג פון מארס ארום דער זון. די השערה, אַז די ווייסע „יארמולקעס“ וואָס מען זעהט אויף



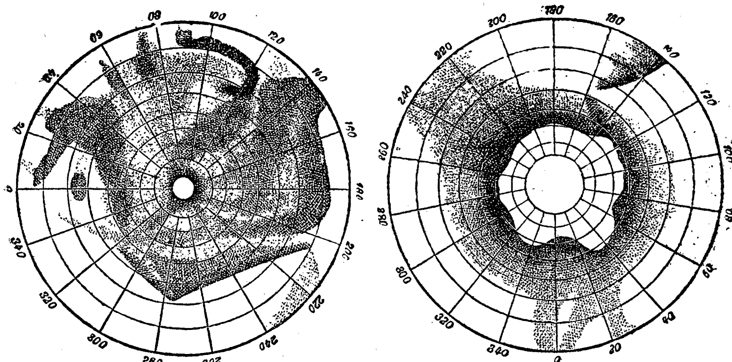
ציייכנונג 79. דער פּלאַנעט מאַרס מיט ווייסע „יאַרמולקעס“ אויף די פּאָלען.

די פּאָלען פון מאַרס זאָלען בעשטעהן פון שנעע, ווערט בענוצט אלס איינע פון די בעווייזע, אז אויפ'ן מאַרס איז פאַראַן לופט, וואָרום אויב מען זאָל אַנגעהמען, אז אויפ'ן פּלאַנעט מאַרס איז ניטאָ קיין לופט, דאַן וועט עס זיין גאַנץ שווער צו ערקלערען, ווי אזוי עס קומט אויף איהם שנעע און וואַסער. עס איז, למשל, אַנגענומען, אז אויף דער לבנה איז ניטאָ קיין לופט, אָבער אין צוזאַמענהאַנג מיט דיעזער השערה איז אויך אָנגענומען, אז אויף דער לבנה איז ניטאָ קיין שנעע און קיין וואַסער.

מאַרס דרעהט זיך אַרום זיין אַקס אין אַ משך פון 24 שטונדען און 37 מינוטען.

מאַרס האָט צוויי סאַטעליטען (לבנות). זיי זיינען ענטדעקט געוואָרען פון פּראָפעסאָר האָל אין אויגוסט 1877. מען האָט זיי

א נאָמען געגעבען פאָבאָס און דעאימאָס. דער סאטעליט פאָ־באָס איז דער נעהנטערער און מאכט זיין קרייז־וועג ארום מאַרס אין 7 שטונדען און 38 מינוטען. זיין מרחק פון מאַרס איז בלויז ארום פיער טויזענד מייל אָדער 6400 קילאָמעטער.



ציכנונג 80. דער זידליכער האַלב־קוגעל פון מאַרס.

ציכנונג 81. דער נאָרדלי־כער האַלב־קוגעל פון מאַרס.

די ריכטיגע צאָהל פון די אסטעראָאידען אָדער פּלאַנעטאָאידען איז נאָך ביז היינט ניט בעוואוסט, מען ענטדעקט וואָס ווייטער אַלץ מעהר פון זיי. ווען מען האָט זיי אונגעפעהר מיט איבער הונ־דערט יאָהר צוריק צווישען 1801 און 1807 דאָס ערשטע מאָל בע־מערקט האָט מען געקענט זעהן בלויז 4 פון זיי. אין יאָהר 1845 האָט מען ענטדעקט א פינפטען, נאָכדעם האָט מען אָבער אָנגע־פאנגען ענטדעקען גאַנצע צעהנדליגע פון זיי און מען האָט זיי שוין ביז איצט אָנגעצעהלט ווייט איבער 500.

די גענויע גרויס פון די אסטעראָאידען האָט מען פארלויפיג נאָך ניט געקענט אויסגעפינען. לויט פערשיעדענע אויסרעכנונגען נעהמט מען אָן, אז די גרעסטע פון זיי האָבען פון 4 ביז 5 מייל אין דיאמעטער און די קלענסטע פון זיי ביז 20 מייל. דעם גרעסטען פון דיעזע אסטעראָאידען האָט מען א נאָמען געגעבען צערעס. עס ווערט אָנגענומען, אז זיין דיאמעטער איז ארום 500 מייל אָדער 800 קילאָמעטער.

די פיער אויסערע פּלאַנעטען.

דריי־און־צוואַנציגסטער קאַפּיטעל.

די גרויס פון יופּיטער און זיין פּלאַטשיגע פאָרם. — די בע־וועגונג פון יופּיטער. — דאָס אויסזעהן פון דער אויבערפלעכע פון יופּיטער און די שטרייפען, וועלכע מען זעהט אויף איהם. — די לבנות פון יופּיטער. — סאַטורן און זיינע רינגען. — דאָס אויסזעהן פון סאַטורן׳ס רינגען און זייערע פאַזען. — די לבנות פון סאַטורן. — אוראַנוס. — די ענטדעקונג פון אוראַ־נוס. — די לבנות פון אוראַנוס. — די ענטדעקונג פון נעפּ־טון. — די טעאָרעטישע אויסרעכנונג וועגען דער עקזיסטענץ פון נעפּטון, איידער מען האָט איהם ענטדעקט.

די פיער אויסערליכע פּלאַנעטען זיינען: יופּיטער, סאַטורן, אוראַנוס און נעפּטון.

יופּיטער איז דער גרעסטער פון אַלע פּלאַנעטען. מען רופט איהם דעריבער דעם ריעזען־פּלאַנעט. דער דיאַמעטער פון יופּיטער איז צווישען 85 און 87 טויזענד מייל אָדער ארום 140 טויזענד קילאָמעטער. מען קען פון איהם אויסמאַכען 1,300 ערד־קוגלען.

יופּיטער דרעהט זיך ארום ארום זיין אַקס אין 9 שטונדען און 55 מינוטען. צוליעב דיעזער גרויסער בעוועגונגס־שנעלקייט איז די צענטריפוגאַל קראַפט, וואָס ווערט פון איהר בעשאַפען אַזוי גרויס, דאָס דער יופּיטער האָט אָנגענומען אַ פּלאַטשיגע פאָרם (זעה קאַפּי־טעל „ווארום די ערד איז פּלאַטשיג ביי די פּאָלען”). דער דיאַמע־טער פון יופּיטער, געמאָסטען דורך זיין עקוואַטאָר, איז גרעסער מיט 500 מייל אָדער 800 קילאָמעטער ווי זיין דיאַמעטער געמאָסטען דורך זיינע פּאָלען.

דער מאַטעריאַל פון וועלכען דער יופּיטער בעשטעהט איז אַ פיעל לייכטערער, ווי פון דער ערד. דאָס געוויכט פון דעם מאַטע־ריאַל, פון וועלכען דער יופּיטער בעשטעהט, איז בלויז איין פיערטעל פון דעם געוויכט פון דעם מאַטעריאַל, פון וועלכען די ערד בע־

שטעהט. עס הייסט, אז ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס מען קען פון יופּיטער אויסמאַכען 1,300 ערד־קוגלען, וועגט ער אָבער בלויז 313 מאָל אזוי פיעל ווי די ערד.

א פולער בעוועגונגס־קרייז פון יופּיטער ארום דער זון דויערט נאָהנט פון 12 יאָהר. ער איז אין דער אָפּאָזיציאָן צו דער זון (ווען די ערד איז צווישען איהם און דער זון) אונגעפעהר איין מאָל אין יעדע 13 חדשים. ווען ער איז איז דער אָפּאָזיציאָן געהט ער אויף נאָך זונען־אויפגאַנג און מען קען איהם זעהן מיט'ן נאַ־



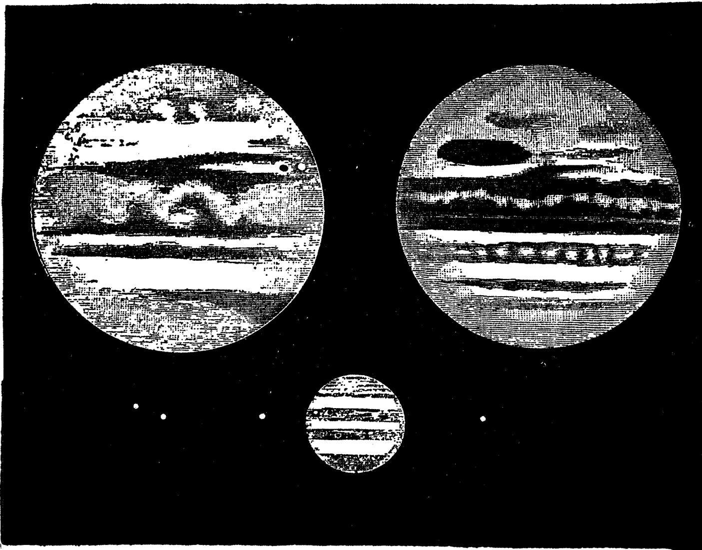
צייכנונג 82. די גרויס פון יופּיטער אין פערגלייך מיט דער ערד.

קעטען אויג. מען קען איהם אונטערשיידען פון פּלאַנעט מאַרס דורך זיין קאָליר, וואָס איז ווי פון בלאַנקען זילבער, וועהרענד דער קאָליר פון מאַרס איז רויטליך.

ווען מען קוקט אויף דעם יופּיטער מיט א גרויסען טעלע־סקאָפּ, זעהט מען ווי זיין אויבערפלעכע איז בעדעקט מיט דונ־קעלע, וואָלקען־עהנליכע שטרייפען. בעזונדערס קלאָר זעהען זיך צוויי שטרייפען, איינער נאָרד און דער צווייטער זיד פון זיין עק־וואַטאָר. מען קען זיי שוין גוט זעהן מיט א קליינעם טעלעסקאָפּ.

אָפטמאָל זעהט מען אויך אויף איהם קליינע העלע פלעקען צוזעהט און צושפּרייט איבער זיין אויבערפלעכע.

דאָס אויסזעהן פון דער אויבערפלעכע פון דעם יופּיטער ענ־דערט זיך כסדר. ער האָט כמעט יעדען אווענד אַן אַנדער אויס־זעהן. מאַנכעסמאָל אָבער זעהט מען אויף איהם פלעקען, וועל־כע בלייבען פאר וואָכען און מאָנאַטען. ענדע יאָהר 1878 האָט מען בעמערקט אויפ'ן יופּיטער א רויטען פלעק פון דער זידלי־



ציינכונג 83. די וואָלקען־שטרייפען פון יופּיטער (אויבען); יופּיטער און זיינע לבנות (אונטען).

כער זייט פון זיין עקוואַטאָר, וועלכער איז אָבגעשטאַנען אַן ערך 10 יאָהר ביז ער האָט אָנגעפאַנגען פערשווינדען. ער האָט זיך אין דער צייט עטוואס געענדערט, אָבער די ענדערונגען זיינען געווען ניט קיין בעדייטענדע. פון יענער צייט בעווייזט ער זיך אמאָל און פערשווינדעט ווייטער.

צוליעב די ענדערונגען וועלכע קומען כסדר אין דעם אויס־זעהן פון דעם יופּיטער, ווערט עס אָנגענומען, אַז די אויבערפלע־

כע פון דעם דאָזיגען פּלאַנעט, וועלכע מיר זעהען, בעשטעהט ניט פון לאַנד און ניט פון וואסער, נאָר פון א וואָלקען־מאסע, וועל־כע שווימט ארום אין דער אטמאָספערע פון יופּיטער, און וועלכע ווערט געטריבען פון שטארקע ווינטען. דיעזע וואָלקענס זיינען אזוי געדיכט, דאָס מיר קענען דורך זיי ניט זעהן די ווירקליכע איבערפלעכע פון יופּיטער. מען קען דעריבער ניט וויסען אויב דער יופּיטער בעשטעהט פון א הארטען שטאָף אָדער פון א פליס־סיגקייט. אנדערע נעהמען אָן, אז דער יופּיטער בעשטעהט פון א זעהר הייסע מאסע, וועלכע געפינט זיך אין א פליסיגען אדער דאַמפּף צושטאנד, אזוי ווי די זון.

יופּיטער האָט 5 סאטעליטען (לבנות). 4 פון זיי האָט ענט־דעקט גאליליי און דעם 5טען האָט ענטדעקט דער אמעריקאנער אסטראָנאָם בארנארד פון דער ליק אָבסערוואטאָריע אין קאלי־פאָרניע אין יאָהר 1892. גאליליי האָט דורך זיין שפּאקטיוו בע־מערקט 4 ליכטיגע פּונקטען, וועלכע דרעהען זיך ארום יופּיטער, ווי די לבנה ארום דער ערד, און דאָס איז פאר איהם געווען נאָך א שטארקער בעווייז, אז די ערד איז א פּלאַנעט, וועלכע דרעהט זיך ארום דער זון ווי אלע אנדערע פּלאַנעטען. אין יענער צייט האָט מען אָבער נאָך געהאלטען פאר א גרויסער אפּיקורסות צו גלויבען, אז די ערד דרעהט זיך. אנדערע אסטראָנאָמען האָבען דעריבער ניט געוואָלט גלויבען גאליליי׳ען, אז ער זעהט ווירקליכע לבנות ארום יופּיטער, זיי האָבען געזאָגט, אז דאָס איז אן אילו־זיע, וואס קומט פון דעם שפּאקטיוו, אז עס דאכט זיך בלויז אז מען זעהט. מען דערצעהלט, אז איינער א-פילאָזאָף האָט איבער־הויפּט מורא געהאט א קוק צו טהאָן אין שפּאקטיוו, כדי ער זאָל ניט ־ערזעהן די לבנות פון יופּיטער און וועט זיך איבערצייגען, אז די ערד און די אנדערע פּלאַנעטען דרעהען זיך ארום דער זון. דער פילאָזאָף איז אין א קורצער צייט געשטאָרבען, און גאליליי האָט דאַן געזאָגט: „איך האָף, אז ער וועט זיי איצט זעהן אויף זיין וועג צום הימעל“.

די לבנות פון יופּיטער האָבען א שוואכערע ליכט, ווי אונזער לבנה. דאָס איז ניט בלויז דערפאר, וואָס זיי זיינען ווייטער פון אונז, ווי אונזערע לבנה, נאָר פיעל מעהר צוליעב דעם, וואָס זיי

זיינען פיעל ווייטער פון דער זון ווי אונזער לבנה און זיי בעקומען דעריבער פון דער זון אַ שוואַכערע בעלייכטונג.

אויפ'ן יופיטער קומען פאַר עקליפּסען (פערפינסטערונגען) פיעל אָפטער ווי אויף דער ערד. די עקליפּסען פון די סאַטעליטען (לקוי לבנות) אויפ'ן יופיטער קען מען גוט זעהן זאָגאַר מיט אַ קליינעם טעלעסקאָפּ. אזוי ווי יופיטער איז זעהר גרויס און די אָרביטען פון זיינע לבנות זיינען פערהעלטניסמעסיג קליין, דער־ריבער מוזען די לבנות פון יופיטער דורכגעהן דעם שאָטען, וואָס ער וואַרפט פון זיך, ביי יעדע פון זייערע אומדרעהונגען, און עס קומט דעריבער פאַר ביי יעדע אומדרעהונג אַן עקליפּס.

דער פּלאַנעט סאַטורן איז דער צווייט גרעסטער פּלאַנעט נאָך יופיטער. זיין דיאַמעטער איז אַן ערך 73 טויזענד מייל, אָדער 116 טויזענד קילאָמעטער. זיין קרייז־בעוועגונג ארום דער זון דויערט 29½ יאָהר. ארום זיין אַקס דרעהט ער זיך ארום אין 10 שטונדען און 14 מינוטען.

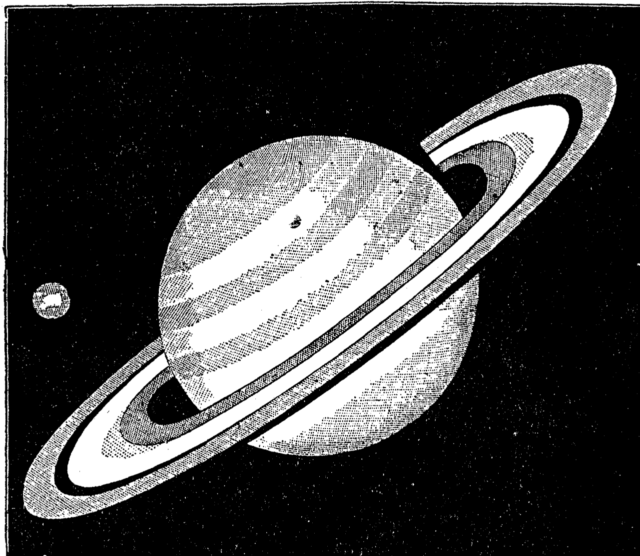
דאָס מאַטעריאַל, פון וועלכען סאַטורן בעשטעהט, איז נאָך לייכטער ווי פון יופיטער. דאָס אויסזעהן פון זיין אויבערפלעכע איז וואָלקענדיג, אָבער די וואָלקענס פון סאַטורן זעהען זיך ניט אזוי דייטליך, ווי פון יופיטער.

דער קאָליר פון סאַטורן קוקט אויס בלייך געל און מען קען איהם זעהן גאַנץ קלאָר מיט אַ קליינעם טעלעסקאָפּ.

סאַטורן שטעלט מיט זיך פאָר איינע פון די וואונדערשעהנע ערשיינונגען אין אונזער זונען־סיסטעם, צוליעב די פּרעכטיגע רינ־גען, אין וועלכע ער איז איינגעפאַסט. ווען מען קוקט אויף דעם סאַטורן מיט אַ גוטען טעלעסקאָפּ זעהען אויס די רינגען זעהר פלאַך און דין, אזוי דין, דאָס ווען מען קוקט אויף זיי אין דער ריכטונג פון זייער ראַנד קען מען זיי קוים זעהן. מען זעהט ארום סאַטורן צוויי רינגען, וועלכע זיינען אָבגעטיילט איינע פון די אַנ־דערע דורך אַ דינע דונקעלע ליניע. דער אויסערער רינג זעהט אויס פיעל שמעלער ווי דער אינוועניגסטער. נאָהנט פון די ענ־דען פון אויסערען רינג בעמערקט מען אַ דונקעלע שאַטירונג. עס איז נאָך ניט פעסטגעשטעלט געוואָרען צו דיעזע שאַטירונג ריי־דייט, אז דער אויסערער רינג בעשטעהט פון צוויי רינגען, אָדער־

אז דער אויסערער טייל פון רינג בעשטעהט פון א דונקעלערען שטאָף, ווי זיין איבריגער טייל.

דער אינוועניגסטער רינג איז העלער ביי זיין אויסערען ראנד, וועהרענד זיין אינערליכער טייל ווערט אלץ דונקעלער, וואָס נעהנטער ער איז צום פּלאַנעט. דער ראַנד פון זיין אינערליכען טייל, וואס איז נאָהנט צום פּלאַנעט איז אזוי דונקעל, דאָס מען



צייכנונג 84. דער פּלאַנעט סאַטורן און זיין גרויס אין פער־גלייך מיט דער ערד.

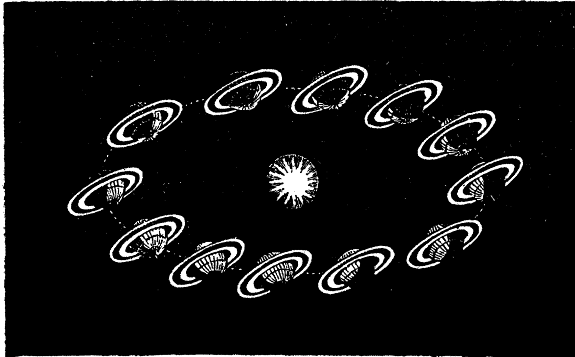
קען איהם זעהן בלויז מיט א גאַנץ גרויסען טעלעסקאָפּ. א מאָל האָט מען געדענקט, אז דיעזער דונקעלער טייל פון אינערליכען רינג איז א בעזונדערער רינג. איצט אָבער ווייס מען אויף קלאָר, אז דער דונקעלער ראַנד איז א טייל פון דעם אינערען רינג.

די רינגען פון סאַטורן זיינען געניינט צו דער פלעכע (שטח) פון סאַטורן׳ס אָרביט אויף א ווינקעל פון 28 גראַד.

צוליעב דער בעוועגונג פון דעם סאַטורן אַרום דער זון, קען

מען די רינגען זעהן פון פערשיעדענע זייטען. אין די פערשיע־
דענע שטעלונגען פון סאַטורן האָבען די רינגען אַן אַנדער אויסזעהן.
מען רופט עס די פאַזען פון די רינגען.

ווען די אַסטראָנאָמען פון אַ דריי הונדערט יאָהר צוריק האָ־
בען צום ערשטען מאָל דערזעהן די רינגען פון סאַטורן און האָבען
זיי אָנגעפאַנגען בעאָבאַכטען מיט זייערע אָרימע טעלעסקאָפּען, איז
סאַטורן פאַר זיי געווען די גרעסטע רעטעניש. גאַלילעי, צום ביי־
שפּיעל, האָט מיט זיין טעלעסקאָפּ געזעהן ווי סאַטורן וואָלט האָ־
בען אויסגעשטרעקטע צוויי הענד. ער האָט מיט זיין טעלעסקאָפּ
געקענט זעהן בלויז די ענדען פון רינג. אין אַ פּאָר יאָהר אַרום
אָבער, ווען סאַטורן האָט זיך אוועקגערוקט אין זיין אָרביט אַ שטיק



ציַיכנונג 85. די פאַזען פון סאַטורנס רינגען.

וועג, און האָט געענדערט זיין פּאָזיציע, האָט גאַלילעי שוין מעהר
אין גאַנצען דעם רינג ניט געזעהן, ער איז אויסגעקומען צו איהם
מיט זיין ראַנד און דאַן איז איהם שווער צו זעהן אפילו מיט דעם
בעסטען טעלעסקאָפּ. גאַלילעי האָט ניט געקענט פערשטעהן וואָס
מיט דעם סאַטורן קומט פאָר. עס האָבען אויך די שפּעטערדיגע
אַסטראָנאָמען פיעלעס ניט געקענט בעגרייפען וואָס מיט דעם סאַ־
טורן קומט פאָר, ווייל זיי האָבען מיט זייערע טעלעסקאָפּען ניט
געקענט זעהן דעם גאַנצען רינג. פערשיעדענע אַסטראָנאָמען האָ־
בען געמאַכט פערשיעדענע ציַיכנונגען פון סאַטורן.

די רינגען פון סאטורן בעשטעהען ניט פון קיין סאָלידע מאַסע. עס ווערט אָנגענומען, אַז זיי בעשטעהען פון מיליאָנען קליינע קערפּער, וועלכע יעדער פון זיי דרעהט זיך אין זיין אָרבּיט. צוליעב דער גרויסער צאָהל פון דיעזע קליינע קערפּער און צוליעב זייער ווייטקייט פון אונז זעהט עס אויס אין אונזערע אויגען, אַז די רינגען בעשטעהען פון א סאָלידער איינהייטליכער מאסע.

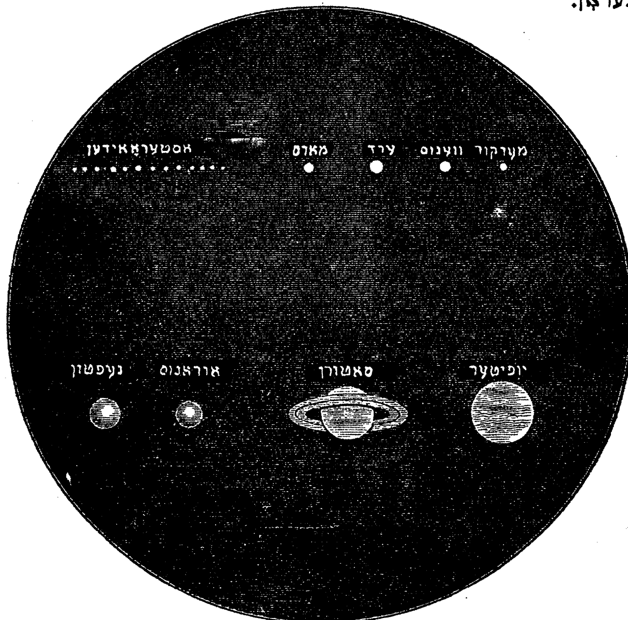
דער דיאמעטער פון דעם אויסערען רינג איז 173 טויזענד מייל און זיין ברייט 11 טויזענד 5 הונדערט מייל. דער דיאמעטער פון אינערען רינג איז 145 טויזענד מייל און זיין ברייט איז 17 טויזענד 5 הונדערט מייל.

סאטורן האָט 10 לבנות, וועלכע זיינען ענטדעקט געוואָרען פון פערשיעדענע אסטראָנאָמען אין פערשיעדענע צייטען, און מען האָט זיי געגעבען די פאָלגענדע נעמען: מימאַס, ענצעלאַדוס, טעטהיס, דיאָנע, רהעא, טיטאַן, טהעמיס, היפעריאָן, יאפּעטוס, פעבע.

דער פּלאַנעט אוראַנוס איז ענטדעקט געוואָרען פון דעם אַסטראָנאָם הערשעל דעם 13טען מערץ 1781. דאָס איז געווען דער ערשטער פּלאַנעט וועלכער איז ענטדעקט געוואָרען מיט דער הילף פון טעלעסקאָפּ. אוראַנוס איז כמעט צוויי מאָל אַזוי ווייט פון דער זון, ווי סאטורן. ווען מען קוקט אויף איהם מיט א קליינעם טעלעסקאָפּ זעהט ער אויס ווי א פיקס־שטערן און דעריבער האָבען די אסטראָנאָמען ביז הערשלען, וועלכע האָבען ניט געהאַט קיין גענוג גרויסע טעלעסקאָפּען, איהם טאקע אָנגענומען פאר א שטערן. ווען מען קוקט אָבער אויף איהם מיט א גרויסען טעלעסקאָפּ זעהט מען, אַז ער האָט דעם אויסזעהן פון א פּלאַנעט און זיין קאָליר איז בלאַס גרין.

פון דעם פּלאַנעט אוראַנוס וויים מען נאָך הײנט ניט איבריגס פיעל. צוליעב זיין ווייטקייט זעהט ער אויס זעהר קליין און עס איז שווער צו מאכען אויף איהם גענויע בעאָבאַכטונגען. אַנדערע אסטראָנאָמען האָבען אויף איהם בעמערקט וואָלקען־עהנליכע שטרייפען ווי אויף דעם יופּיטער. אַנדערע אסטראָנאָמען האָבען אויף איהם בעמערקט א ווייסען פלעק, וואָס בעוועיזט זיך און פערשווינדעט יעדע 10 שטונדען. פון דעם האָבען זיי אויסגעפונען, אַז אוראַנוס דרעהט זיך ארום ארום זיין אַקס אין 10 שטונדען.

אין עטליכע יאָהר אַרום ווי הערשעל האָט ענטדעקט דעם פּלאַנעט אוראַנוס, האָט ער בעמערקט, אַז זיין ענטדעקטער פּלאַ־נעט האָט צוויי סאַטעליטען (לבנות). שפּעטער האָט ער ענטדעקט נאָך 4 סאַטעליטען, און מען האָט אַ לאַנגע צייט גערעכענט, אַז אוראַנוס האָט 6 לבנות. ערשט אין מעהרערע יאָהרען אַרום, ווען בעסערע טעלעסקאָפּען זיינען געשאַפען געוואָרען, האָט מען אויס־געפונען, אַז הערשעל האָט געהאַט אַ טעות מיט זיינע לעצטע 4 לבנות פון אוראַנוס. ווי עס שיינט האָט ער אָנגענומען 4 פיקס־שטערען פאַר לבנות פון אוראַנוס. עס זיינען אָבער ענטדעקט גע־וואָרען אַנדערע צוויי לבנות פון אוראַנוס דורך דעם אסטראָנאָם לאַסעל, אין יאָהר 1851. אוראַנוס האָט, אַלזאָ, פיער לבנות און מען האָט זיי אַ נאָמען געגעבען: אריעל, אימבריעל, טיטאַניא, אָבעראָן.



ציי‍כנונג 86. די גרויס פון די פּלאַנעטען אין פערגלייך מיט דער זון. (דער דונקעלער קרייז שטעלט מיט זיך פאָר די זון).

נעפּטון איז דער ווייטסטער פּלאַנעט פון דער זון. די ענט־דעקונג פון נעפּטון איז איינע פון די אינטערעסאַנטסטע פּאַסירונ־גען אין דער געשיכטע פון דער אסטראָנאָמישער וויסענשאַפט.

די ענטדעקונג פון נעפּטון האָט בעוויזען ווי פּינקטליך עס זיי־נען די אסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען און ווי גרויס עס איז דער מענשליכער שכל, אז ער האָט אזעלכע אויסרעכנונגען געקענט מאַ־כען. די עקזיסטענץ פון פּלאַנעט נעפּטון איז פּאָראויסגעזאָגט גע־וואָרען איידער מען האָט איהם נאָך ענטדעקט מיט דעם טעלעסקאָפּ.

אין ערך 40 יאָהר נאָכדעם ווי דער פּלאַנעט אוראַנוס איז ענטדעקט געוואָרען, האָט דער פּאַריזער אסטראָנאָם בואוואַרד צו־נויפגעשטעלט א טאַבעלע, אין וועלכע עס איז אויסגערעכענט גע־וואָרען די בעוועגונגען פון אוראַנוס. מיט דער הילף פון אזעלכע טאַבעלען ווי בואוואַרד האָט צונויפגעשטעלט, קען מען בערעכע־נען די בעוועגונג פון די פּלאַנעטען ארום דער זון נעהמענדיג אין אנבעטראַכט, אז ניט בלויז די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון ווירקט אויף זייער בעוועגונג, נאָר אויך די צוציהונגס־קראַפט פון די אנ־דערע פּלאַנעטען. ווען בואוואַרדס טאַבעלען זיינען אָבער פער־עפענטליכט געוואָרען, האָט מען אויסגעפונען, אז אוראַנוס בעוועגט זיך ניט פּונקט אזוי, ווי עס איז אין די טאַבעלען אויסגערעכענט געוואָרען. דער אונטערשיעד איז, אמת, געווען א גאַנץ קליינער, אָבער ווי קליין דער פעהלער זאָל ניט זיין, דאַרף מען איהם דאָך אויסגעפינען. אין דער רעכנונג האָט מען אָבער קיין פעהלער ניט געקענט געפינען.

אין יאָהר 1843 זיינען איייניגע אסטראָנאָמען געפאַלען אויף דעם געדאַנק, אז דער אונטערשיעד אין די טעאָרעטישע אויסרעכ־נונגען און אין דער ווירקליכער בעוועגונג פון אוראַנוס איז געקומען דערפון, וואָס אויף דעם אוראַנוס מוז ווירקען די צוציהונגס־קראַפט פון אן אונבעקאַנטען פּלאַנעט, וועלכער האָט אין דער רעכנונג פון בואוואַרד ניט געקענט אריינגענומען ווערען. צוויי גרויסע מאַ־טעמאַטיקער, לעווערייער אין פּאַריז און עדעמס אין לאָנדאָן האָבען זיך גענומען צו דער ארבייט אויסצורעכענען, וואו דער אונבע־וואוסטער פּלאַנעט דאַרף זיך געפינען און אין וואָס פאַר א ריכטונג ער דאַרף זיך בעוועגען, אז זיין צוציהונגס־קראַפט זאָל האָבען דעם איינפלוס אויף דעם פּלאַנעט אוראַנוס, דאָס ער זאָל זיך בעוועגען

אַנדערש, ווי בואוואַרדס טאַבעלען האָבען זיין בעוועגונג אויסגערעכענט. און דאָס וואונדערליכע האָט פּאַסירט: ביידע מאַטעמאַטיקער האָבען כמעט פּינקטליך געשטימט מיט זייערע אויסרעכנונגען וואו דער אונבעוואוסטער פּלאַנעט דאַרף זיך געפינען און ווי ער דאַרף זיך בעוועגען.

אין דערזעלבער צייט, ווען לעווועריער און עדעמס האָבען געמאַכט די אויסרעכנונגען, זיינען די בערלינער אַסטראָנאָמען בעשעפטיגט מיט צונויפשטעלען אַ קאַרטע פון די שטערען פון דעם טייל הימעל, וואו דער אויסגערעכענטער פּלאַנעט האָט זיך געדאַרפט געפינען. לעווועריער האָט דעריבער אין יאָהר 1846 געשריעבען צו דעם אסטראָנאָם דאָקטאָר גאַלע אין בערלין, אז ער זאָל אונטערזוכען זיין צונויפגעשטעלטע קאַרטע און זי פערגלייכען מיט'ן הימעל. ווען גאַלע האָט אָנגעפאַנגען צו מאַכען די פערלאַנגטע פערגלייכונג האָט ער איין אָוועגד דורך זיין טעלעסקאָפּ בעמערקט א הימעלשען קערפּער, וואס אויף זיין קאַרטע איז ער ניטאָ. ער האָט אָבער גענוי נאָך ניט געקענט זאָגען, אַז דאָס וואָס ער האָט געזעהן איז אַ שטערען, אָדער עטוואס אַנדערש. דעם צווייטען אווענד האָט ער בעמערקט, אז דער נייער הימעלשער קערפּער האָט געענדערט זיין לאַגע. ער האָט דערפון פערשטאַנען, אַז עס איז אַ פּלאַנעט, און בעאָבאַכטענדיג איהם האָט ער אויסגעפונען, אַז ער געפינט זיך ווירקליך אין דעם אָרט, וואו די צוויי מאַטעמאַטיקער האָבען טעאָרעטיש אויסגערעכענט.

אין א קורצער צייט אַרום נאָכדעם ווי נעפּטון איז ענטדעקט געוואָרען האָט דער ענגלישער אסטראָנאָם לאַסעל בעמערקט א בלאַסען שטערען נאָהנט פון נעפּטון, וועלכער האָט זיך אַרויסגעוויזען צו זיין נעפּטון'ס א סאַטעליט (לבנה).

פאָלגעידע צייכענס ווערען בענוצט פאַר דער בעצייכנונג פון די פּלאַנעטען:

☿ מערקור
♀ ווענוס
⊕ ערד
♂ מאַרס
♃ יופּיטער
♄ סאַטורן
♅ אוראַנוס
♆ נעפּטון

קאָמעטען און מעטעאָרען.

פיער־און־צוואַנציגסטער קאַפּיטעל.

די טיילען פון אַ קאָמעט. — טעלעסקאָפּישע קאָמעטען. — פּעריאָדישע קאָמעטען. — דער שטאָף פון די קאָמעטען. — די וויטקייט, די גרויסקייט און דער אָרביט פון די קאָמעטען. — כאַראַקטעריסטישע קאָמעטען. — צובראָכענע קאָמעטען. — פאַלענדע שטערען אָדער מעטעאָרען. — מעטעאָרען רעגענס. — פון וואַנען די מעטעאָרען נעהמען זיך.

די אַלטע פעלקער האָבען די ערשיינונג פון אַ קאָמעט בעטראַכט אַלס אַן אָנזאָג פון אַן אונגליק אויף דער וועלט. זיי האָבען נעגלויבט, אַז קאָמעטען זיינען „פייער־קוגלען געוואָרפען פון אַ צאָרנדיגען גאָט.“ נאָר אויך אין די שפּעטערדיגע צייטען האָבען מענשען געגלויבט, אַז אַ קאָמעט איז אַן אָנזאָג פון אונגליק. ביים אונוויסענדען פאָלק איז דיעזער גלויבען נאָך ביז היינט געבליבען. די פערשיעדענע אַבערגלויבענס וועגען קאָמעטען זיינען אַרויסגעקומען פון דער אונגעוועהנליכער ערשיינונג פון די קאָמעטען אין הימעל. זיי בעווייזען זיך פּלוצים און האָבען אַזאַ זאָנדערבאַרען אויסזעהן און נאָכדעם ווערען זיי ווידער פערשוואונדען. די אַלטע פעלקער האָבען ניט געקענט זעהן וועלכע עס איז רעגעלמעסיגקייט אין דער ערשיינונג פון די קאָמעטען און אין זייער פערשווינדען. זיי האָבען בעטראַכט אַ קאָמעט אַלס אַן אונגעוועהנליכע ערשיינונג און זיי האָבען זיך געשראָקען.

קאָמעטען זיינען פאַראַן פערשיעדענע. די גרויסע און העלע קאָמעטען קען מען זעהן פאַר אַ לענגערע צייט, ווען זיי בעווייזען זיך אויף אונזער הימעל, מיט אַ נאַקעטען אויג, אָהן אַ טעלעסקאָפּ. עס זיינען אָבער פאַראַן אַ סך קאָמעטען, וועלכע מען קען זעהן בלויז מיט אַ טעלעסקאָפּ.

אַ גרויסער קאָמעט בעשטעהט פון דריי טיילען: פון אַ קערן, פון אַ נעבעלהילע און פון אַן עק.

דער קערן זעהט אוים ווי א שטערן, ווען מען קוקט אויף איהם מיט א נאַקעטען אויג, און ער וואָלט קיין אויפמערקזאמקייט צו זיך ניט ציהען, ווען ניט די נעבעלהילע ארום איהם און דער עק, וואָס עס געהט ארויס פון איהם.

די נעבעלהילע, וואס רינגעלט ארום דעם קערן פון קאָמעט, זעהט אוים ווי א לייכטענדער וואָלקען אָדער נעבעל וועלכער ווערט אַלץ וואס ווייטער שוואכער און דינער ביז ער גיסט זיך צונויף מיט'ן הימעל. דער קערן מיט דער נעבעלהילע האָבען דאָס אויס־זעהן פון א שטערען וועלכער קוקט ארויס דורך א קליינעם וואָלקען אָדער נעבעל. דער קערן מיט דער נעבעלהילע ווערען אָנגערופען דער קאָפּ פון קאָמעט.

דער עק איז א פאָרטזעצונג פון דער נעבעלהילע און ער זעהט אוים ווי א שטראָם נעבילדיגעם ליכט און וואָס ווייטער ער ווערט פון קאָפּ, אַלץ ברייטער ווערט ער און דונקעלער ביז ער גיסט זיך צונויף מיט דעם הימעל. דער עק פון קאָמעט האָט מייסטענס די עהנליכקייט צו א בעזים.

די ריכטונג פון עק פון קאָמעט איז אימער אָבגעקעהרט פון דער זון. זיין לענג און זיין גרויס איז ביי פערשיעדענע קאָמעטען פערשיעדען. ביי אייניגע קאָמעטען פערנעהמט ער א גרויסען טייל פון הימעל און ביי אַנדערע איז ער פערהעלטניסמעסיג קליין און קורץ. דיווירקליכע לענג פון דעם עק פון א קאָמעט איז כמעט אימער עטליכע מיליאָנען מייל׳ען.

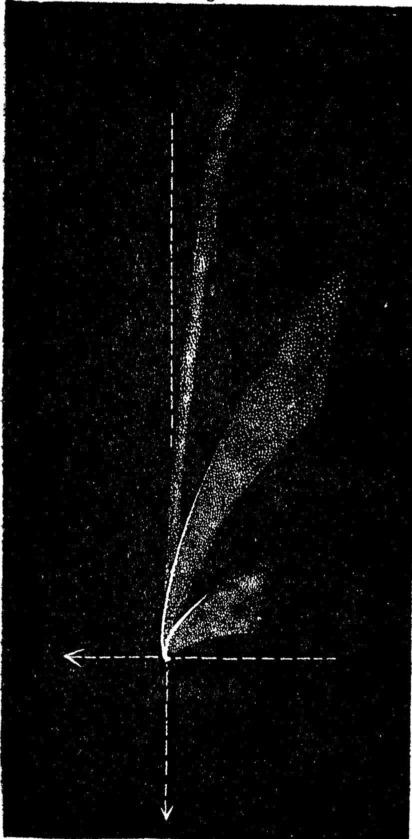
די קאָמעטען, וועלכע מען קען ניט זעהן מיט'ן נאַקעטען אויג, נאָר מיט א טעלעסקאָפּ, ווערען אָנגערופען טעלעסקאָפּישע קאָ־מעטען. דיעזע קאָמעטען האָבען אָפט ניט קיין עק און זייער קערן שיינט אזוי שוואך, אז מען קען איהם קוים זעהן מיט א טע־לעסקאָפּ. דער גאַנצער קאָמעט קוקט אוים ווי א קליינער נעבעל־דיגער פלעק.

עס זיינען פאַראַן קאָמעטען, וועלכע מאַכען רעגעלמעסיגע ארומדרעהונגען ארום דער זון, ווי פּלאַנעטען. זיי ווערען אָנגע־רופען פּעריאָדישע קאָמעטען. די אָרביטען פון דיעזע קאָמעטען זיינען אָבער פיעל לענגערע עליפּסען ווי פון די פּלאַנעטען.

די מייסטע פון די פּעריאָדישע קאָמעטען מאַכען זייער קרייז־בעוועגונג ארום דער זון אין א משך פון עטליכע יאָהר, פון 3 יאָהר

ביז 15. עס זיינען אָבער אויך פאַראַן אַזעלכע קאָמעטען וואָס זייער אומדרעהונגס־צייט איז 70 יאָהר און מעהר. ביז איצט ווייס מען פון ארום 30 פעריאָדישע קאָמעטען.

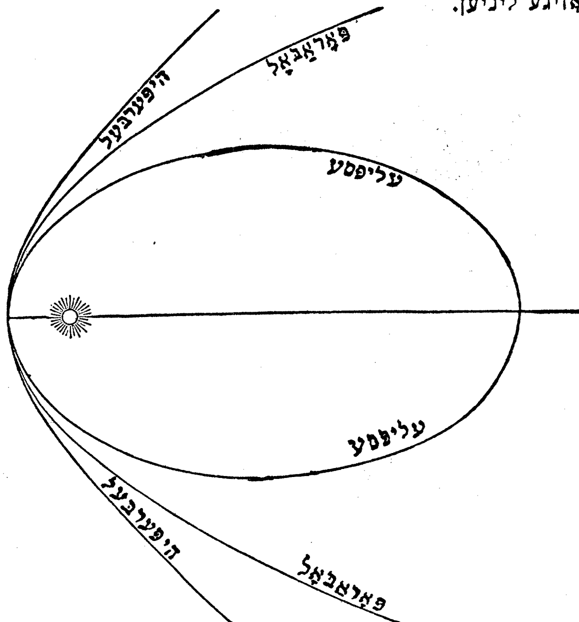
די מייסטע קאָמעטען בעלאַנגען צו דער זונען־סיסטעם. דאָס הייסט זיי בעוועגען זיך אַרום דער זון צוליעב דער צוציהונגס־קראַפט פון דער זון, וועלכע ווירקט אויף זיי, ווי אויף די פּלאַנעטען. נאָר אנשטאַט זיך צו בעוועגען רעגעלמעסיג אין אַ רונדליכען קרייז אַרום דער זון, ווי די פּלאַנעטען, פאַלען זיי צו דער זון, ווי פון זעהר אַ גרויסער ווייטקייט. נאָר זיי פאַלען ניט אַרויף אויף דער זון, זיי פאַלען איהר פאַרביי. ווען דער קאָמעט פאַלט ווערט זיין בעוועגונג וואָס ווייטער אַלץ שנעלער און ווען ער קומט נאָהנט צו דער זון איז זיין בעוועגונג אַזאַ שנעלע, דאָס די זון קען איהם ניט צוציהען צו זיך, אַז ער זאָל אויף איהר אַרויפפאַלען. ער פליהט זי פאַרביי און שיסט אַרויף צוריק אונגעפעהר אין דערזעלביגער



ציכנונג 87. דריי פאָרמען פון קאָמעט־עקען.

ריכטונג, פון וועלכער ער איז געקומען. די עליפסע אין וועלכער דער קאָמעט בעוועגט זיך, יוערט אַנגענומען, איז זעהר א לאַנגע, דאָס מען קען דעריבער דעם קאָמעט ניט זעהן אין פערלויף פון זיין גאַנצען וועג, מען קען איהם בלויז זעהן אין איין טייל פון זיין וועג, ווען ער איז גאַנץ נאָהנט צו דער זון.

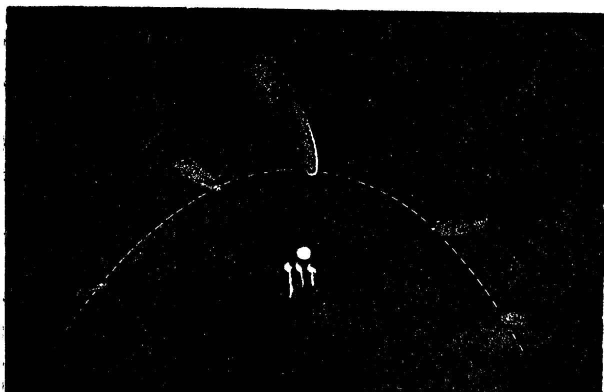
דער טייל פון דעם וועג וואָס מען זעהט ביי אזעלכע קאָמעטען האָט אָדער די פאָרם פון א פאַראַבאָלישע ליניע אָדער פון א היי־פערבאָלישער ליניע. די פאָלגענדע צייכנונג צייגט די פאָרמען פון די דאָזיגע ליניען.



צייכנונג 88. די פערשיעדענע אָרביטען פון קאָמעטען.

א קאָמעט בעווייזט זיך ניט מיט א מאָל אין זיין גאַנצער הער־קייט און אין זיין גאַנצער גרויס. צוערשט בעמערקט מען בלויז א נעבעלדיגען פלעק, שפּעטער אביסעל פאַנגט זיך אָן זעהן דער קערן און אביסעל נאָך שפּעטער פאַנגט זיך אָן בילדען א קליינער

עק, ביז ער ערשיינט פאַר אונז אין זיין גאַנצער גרויס און פּראַכט. ווען דער קאָמעט פאַנגט אָן פערשווינדען, ווערט זיין קערן דונ־קעלער, דער עק קירצער און שמעלער ביז עס זעהט זיך ווידער בלויז א נעבעלדיגער פלעק וואָס ווערט אין א קורצער צייט ארום אין גאַנצען פערשוואונדען.



צייכנונג 89. ווי דער עק פון קאָמעט ענדערט זיך אין זיין אָרביט אַרום דער זון.

דער עק און די נעבעלהילע פון א קאָמעט בעשטעהען פון זעהר א דינעם און שיטערען דאַמפּף. דיעזער דאַמפּף, ווי עס שיינט, קומט פון דעם קערן פון קאָמעט, דורך דעם איינפלוס פון די זונען־שטראַהלען. דיעזער דאַמפּף בילדעט א נעבעל ארום דעם קערן פון קאָמעט און בעוועגט זיך צוזאַמען מיט איהם. ווען דער קאָמעט קומט נאָהנט צו דער זון, ווערט דער דאַמפּף אָבגע־שטויסען דורך די זון אין א לאַנגען שטראָם, עס בילדעט זיך דאַן דער עק פון קאָמעט. וואָרום די זון שטויסט אָב פון זיך דעם דאַמפּף פון קאָמעט אנשטאַט איהם צוצוציהען, איז נאָך ניט ער־קלערט געוואָרען.

עס איז בעאָבאַכטעט געוואָרען, אז פאַר דער צייט ווען דער קאָמעט געפינט זיך נאָהנט צו דער זון, ווערט זיין עק אַלץ קלע־נער. דורך די היץ פון דער זון פערדאַמפּפט דער שטאָף פון וועל־כען ער בעשטעהט.

דער הויפט־שטאף פון וועלכען די קאמעטען בעשטעהען איז צונויפגעשטעלט פון קויהלען־שטאף און וואסער־שטאף. אין בע־מישען לשון, הייסט עס, הידרא־קארבאן. דאס האט מען אויסגע־פונען דורך די אנאליזע פון דעם ליכט פון די קאמעטען מיט דער הילף פון א ספעקטראסקאפ. עס געפינען זיך אבער אין די קאמע־טען אויך די פאלגענדע עלעמענטען: סאדא, מאגנעזיום, אייזען, שטיק־שטאף און אפשר אויך זויער־שטאף. קיין אנדערע עלע־מענטען האט מען דערוויייל ניט אויסגעפונען.

דער עק פון א קאמעט איז גאנץ דורכזיכטיג, ער פערשטעלט אפילו ניט אויף דאס מינדעסטע דאס ליכט פון די ווייטעסטע שטערען.

אזוי ווי די נעבעלהילע און דער עק קומען פון דעם שטאף פון דעם קערן פון קאמעט, וואס פערוואנדעלט זיך אין דאמפף דורך די היץ פון דער זון, ווערט עס אנגענומען, אז אין א משך פון א גאנץ לאנגע צייט מוז יעדער קאמעט „אויסלעבען זיינע יאהרען" און פערשווינדען. עס הייסט, אז ער מוז אין גאנצען פערדאמפפט ווערען. מען בעמערקט אז ביי די פעריאדישע קאמעטען, ווערט דער עק אימער קלענער, ביי יעדער אומדרעהונג זייערער ארום דער זון. ער ווערט אלץ מעהר פערדאמפפט און פערשוואונדען. די קאמעטען, וועלכע האבען שוין געמאכט א סך אומדרעהונגען ארום דער זון האבען כמעט אין גאנצען שוין פערלארען זייערע עקען. עס איז אויך בעמערקט געווארען ביי די פעריאדישע קאמעטען, אז ביי יעדער אומדרעהונג זייערער ארום דער זון ווערען זיי בלאַ־סער און קלענער. דאס ווערט אנגענומען אלס א צייכען, אז זיי „שטארבען" אב. אין די לעצטע עטליכע צעהנדליג יאהר זיינען אויך אייניגע קאמעטען פערשוואונדען. מעגליך, אז זיי זיינען „געשטארבען". עס זיינען אבער געקומען פון ווייטען הימעל־רוים, פון די יופיטער געגענדען, אנדערע קאמעטען אויף זייער פלאץ.

עס איז פריהער געזאגט געווארען, אז מען קען בלויז בעאב־אכטען א טייל פון דעם וועג פון א קאמעט. נאר דא קען מען פרעגען: אויב מען קען זעהן א קאמעט בלויז אין א קליינעם טייל פון זיין בעוועגונגס־קרייז, ווען ער איז נאהנט צו דער זון, טא ווי אזוי קען מען וויסען ווי גרויס און וואס פאר א פארם זיין אר־ביט האט? — דער ארביט פון א קאמעט ווערט פון די אסטראנא־

מען אויסגערעכענט מיט דער הילף פון דער גראוויטאציאָנס־טעאָ־ריע (די טעאָריע פון צוציהונגס־קראַפט). ווי לאַנג מען קען זעהן דעם קאָמעט, ווערט זיין לאגע און זיין וועג בעאָבאַכטעט מיט גרויס פינקטליכקייט טאָג פאר טאָג. מען קען דאַן גאַנץ פינקטליך אויס־רעכענען מיט וואָס פאר א געשווינדיגקייט ער בעוועגט זיך אין זיין אָרביט, און פון דיזע בעאָבאַכטונגען און אויסרעכנונגען קען מען אויסגעפינען ווי ווייט ער קען אוועק פון דער זון, אז די צוצי־הונגס־קראַפט פון דער זון זאָל זיין בכח איהם צו ברייננגען צו־ריק אין זיין בעוועגונגס־קרייז. מען קען אויף אזא אופן אויסרעכע־נען די געשווינדיגקייט פון קאָמעט און די פאָרם פון זיין אָרביט, ווען ער פערשווינדט פון אויג. דער קאָמעט מוז האָבען א געווי־סע געשווינדיגקייט ביי יעדער ווייטקייט, וואָס ער געפינט זיך פון דער זון, ווען ער פאַלט פון אן אונענדליכער הויך. ווען זיין געשווינדקייט זאָל ווערען גרעסער, ווי עס פאָדערט זיך, דאַן וועט די זון איהם מעהר ניט קענען אָנהאַלטען מיט איהר צוציהונגס־קראַפט, ער וועט אוועקפליהען אין דער אונענדליכקייט פון וועלט־רוים.

עס איז אויסגערעכענט געוואָרען, אז ווען א קאָמעט, געפי־נענדיג זיך 93 מיליאָן מייל פון דער זון (דיזעלבע ווייטקייט ווי די ערד פון דער זון), זאָל האָבען א געשווינדיגקייט פון מעהר ווי 26 מייל אין א סעקונדע, וועט ער מעהר קיין מאָל צוריק ניט קו־מען צו דער זון, ער וועט אוועק אין אונענדליכען וועלט־רוים. ווען זיין געשווינדיגקייט זאָל אָבער זיין קלענער, וועט ער קומען צוריק. זיין בעוועגונג אַרום דער זון וועט זיין א פעריאָדישע. זעהר אָפט איז די געשווינדיגקייט פון א קאָמעט אַזוי נאָהנט צו 26 מייל א סעקונדע, דאָס מען קען ניט זאָגען אויף זיכער, אויב ער וועט קומען צוריק אָדער ניט. אנדערע קאָמעטען ווערען בעאיינפלוסט פון דער צוציהונגס־קראַפט פון די פּלאַנעטען און דורכדעם ווערט זייער געשווינדיגקייט פערקלענערט און זיי בלייבען מיטגליעדער פון דער זונען־סיסטעם, דאָס הייסט זיי בעוועגען זיך אַרום דער זון און ווערען בעאיינפלוסט פון איהר קאָנטראָל.

נענוי די צאָהל פון קאָמעטען איז ניט בעקאנט. צעהלענדיג פון אַלטע צייטען ביז איצט, רעכענט מען, אז פון 8 ביז 9 הונ־דערט קאָמעטען זיינען בעמערקט געוואָרען. פון דיזע אַלע קאָ־

מעטען זיינען אייניגע פאראן, וועלכע צייכענען זיך בעזונדערס אוים.

איינער פון די אינטערעסאנטסטע און כאראקטעריסטישע קא־מעטען, איז האליי'ס קאמעט.

דיזער קאמעט איז בעמערקט געווארען פון דעם בעריהמטען ענגלישען מאטעמאטיקער האליי אין יאהר 1682. ער האט אויס־גערעכענט דעם ארביט פון דיזען קאמעט און ער האט אויסגע־פונען, אז ער בעוועגט זיך אונגעפעהר אין דעמזעלבינען ארביט, ווי דער קאמעט, וואס קעפלער האט בעאבאכטעט אין יאהר 1607. איהם איז איינגעפאלען דער געדאנק, אז דאס איז דערזעלבינער קאמעט, וואס קעפלער האט געזעהן און אז זיין בעוועגונג ארום דער זון דויערט 75 אדער 76 יאהר. ער האט דערביי אויסגעפונען, אז אין יאהר 1531 האט מען אויך געזעהן א קאמעט. אראבנעהמענדיג פון 1607 די צאהל 76, בלייבט 1531. דאס איז נאך א צייכען, אז דאס איז דערזעלביגער קאמעט. פון דער געשיכטע איז ווידער בעקאנט, אז אין יאהר 1456 האט זיך בעוויזען א קא־מעט, וואס האט אנגעווארפען אין יענער צייט אזא שרעק, דאס דער פאפסט האט ארויסגעגעבען א בעפעהל, אז מען זאל אין אלע קירכען בעטען גאט, אז ער זאל בעשיצען די קריסטען פון די טערקען און פון דעם קאמעט. עס ווערט אפילו דערצעהלט, אז דער פאפסט האט דעם קאמעט אריינגעלעגט אין חרם. אראבנעהמענדיג פון 1531 די צאהל 75, בלייבט 1456. עס שיינט אז דאס איז ווידער דערזעלביגער קאמעט. פון דעם אלעם איז האליי געקומען צום בעשלוס, אז דער זעלביגער קאמעט וועט זיך אין יאהר 1758 וויע־דער בעווייזען. דער בעריהמטער פראנצויזישער מאטעמאטיקער קלעראט האט אבער אויסגערעכענט, אז צוליעב דער צוציהונגס־קראפט פון די פלאנעטען יופיטער און סאטורן וועט דער קאמעט זיך עטוואס פערשפעטיגען און וועט זיך בעווייזען אין פעריהעליום (נאהנטסטען פונקט צו דער זון) אין 1759. און ער האט ריכטיג אויסגערעכענט. ער האט בלויז געמאכט א פעהלער אין א מאנאט צייט. לויט זיין רעכנונג איז אויסגעקומען, אז דער קאמעט וועט זיין אין זיין פעריהעליום ארום מאנאט אפריל, וועהרענד ער האט דעם פונקט דערגרייכט שוין דעם 1טען מערץ. אין 76 יאהר ארום, אין יאהר 1835 האט זיך האליי'ס קאמעט ווידער בעוויזען. די

אסטראָנאָמען האָבען מיט פיעלע יאָהרען פריהער אויסגערעכענט, אז ער וועט אין זיין פעריהעליום זיין אין אָנפאַנג נאָוועמבער און אזוי האָט עס אויך פּאַסירט. אין 1910 האָט האַליי׳ס קאָמעט זיך ווידער בעוויזען.

א בעזונדערען אויפזעהן האָט געמאכט א קאָמעט, וועלכער האָט זיך פּלוצים בעוויזען אין יאָהר 1843 ענדע פעברואר. דאָס כאראקטעריסטישע פון דיעזען קאָמעט איז געווען דאָס מען האָט איהם געקענט זעהן אפילו ביי טאָג. אין מיטען אפּריל איז ער פערשוואונדען. דער קאָמעט איז פערביי געגאַנגען די זון זעהר נאָהנט. קיין הימעלשער קערפּער איז נאָך אזוי נאָהנט ניט צוגעקומען צו דער זון. ווען א גאַנץ קליינע ענדערונג וואָלט פאָרגעקומען אין זיין בעוועגונג, וואָלט ער זיך אָבגעשלאָגען אָן דער זון.

א וואונדער שעהנעם פּלאַנעט האָט ענטדעקט דער איטאַ־



צייכנונג 90. דער קאָפּ פון דאָנאַטיס קאָמעט.

ליענישער אַסטראָנאָם דאָנאַטי אין יאָהר 1858, דעם 2טען יוני, און מען האָט איהם אַ נאָמען געגעבען דאָנאַטי'ס פּלאַנעט.



צייכנונג 91. דאָנאַטיס קאָמעט ווי מען האָט איהם געזעהן מיט'ן נאַקעטען אויג דעם 4טען אָקטאָבער, 1858.

ווען דאָנאַטי האָט דעם קאָמעט בעמערקט, האָט ער געהאַט דעם אויסזעהן ווי אַ נעבעלדיגער ליכט פלעק. ערשט אין מיטען אוי־גוסט האָט מען אָנגעפאַנגען צו בעמערקען דעם עק פון קאָמעט, אָבער מיט'ן נאַקעטען אויג האָט מען דעם קאָמעט נאָך ניט גע־קענט זעהן ביז ענדע אויגוסט. אין סעפּטעמבער אָבער, ווען ער איז געקומען נאָהנט צו דער זון, איז ער געוואָרען זעהר העל און זיין עק איז געווארען ריעזיג לאַנג און ברייט און האָט אויסגעוויזען ווי ער וואָלט בעשטאַנען פון פעדערען.

עס איז אויסגערעכענט געוואָרען, אַז דאָנאַטי'ס קאָמעט דויערט זיין בעוועגונג אַרום דער זון 1850 יאָהר, און ער וועט זיך דאָס נעכסטע מאָל בעווייזען אין יאָהר 3,708.

זעהר אַ העלער און גרויסער קאָמעט האָט זיך בעוויזען אין יאָהר 1882. דער דאָזיגער קאָמעט איז געגאַנגען כמעט אין דעמ־זעלביגען אָרביט, וואָס דער קאָמעט פון יאָהר 1843 און ער איז גע־קומען אַזוי נאָהנט צו דער זון, דאָס מען האָט מורא געהאַט, אַז ער וועט זיך מיט איהר צונויפשטויסען.

צווישען די כאַראַקטעריסטישע קאָמעטען דאַרפען אריינגע־רעכענט ווערען ענקע'ס קאָמעט און ביעלא'ס קאָמעט.

ענקע'ס קאָמעט איז פון די קליינע קאָמעטען. ער איז ענט־דעקט געווארען פון דעם פראַנצויזישען אַסטראָנאָם פּאָן אין יאָהר 1818. אויסרעכענענדיג דעם אָרביט פון דיזען קאָמעט, האָט ער אויסגעפונען, אַז ער איז שוין געזעהן געוואָרען דריי מאָל פריהער, דאָס ערשטע מאָל אין יאָהר 1786, נאָר די פריהערדיגע בעאָבאַכטער האָבען ניט געוואוסט, אַז זיי זעהען דעמזעלביגען קאָמעט. דורך שפּעטערדיגע אויסרעכענונגען האָט מען אויסגעפונען, אַז ענקע'ס קאָמעט דרעהט זיך אַרום אַרום דער זון אין אַ משך פון אונגע־פעהר 12 הונדערט טעג אָדער אונגעפעהר 3⅓ יאָהר. דער דייטשער אַסטראָנאָם ענקע האָט געמאַכט אַ גרינדליכע אויסרעכנונג פון זיין אָרביט און מען האָט דעריבער דעם קאָמעט אָנגערופען אויף זיין נאָמען.

ענקע האָט אויסגעפונען, אַז דער קאָמעט זיינער מאַכט יעדעס מאָל זיין אומדרעהונג אַרום דער זון מיט עטליכע שטונדען שנעלער, ווי דאָס פאָריגע מאָל, ווייל זיין אָרביט ווערט יעדעס מאָל קלענער.

ביעלא'ס קאָמעט איז ענטדעקט געוואָרען אין יאָהר 1826

דורך דעם עסטרייכישען אסטראָנאָם ביעלא. אויסרעכענענדיג זיין אָרביט, האָט ער אויסגעפונען, אז דער קאָמעט געהערט צו די וועל־כע מאכען פעריאָדישע ארומדרעהונגען ארום דער זון. ער האָט אויסגעפונען, אז דערזעלביגער קאָמעט איז שוין געזעהן געווארען אין יאָהר 1772 און שפּעטער אין יאָהר 1805, נאָר די בעאָבאַכ־טער האָבען ניט געוואוסט, אז עס איז דערזעלביגער קאָמעט.

ביעלא׳ס קאָמעט מאכט זיין ארומדרעהונג ארום דער זון אין 6 יאָהר און 8 מאָנאטען. אין יאָהר 1846, ווען ער האָט זיך בע־וויזען, האָט מען בעמערקט, אז מיט איהם האָט עפּעס פּאסירט אויף זיין וועג. ער האָט זיך צוטיילט אין צוויי טיילען, און אנ־שטאט איין קאָמעט האָט מען געזעהן צוויי.

אין יאָהר 1852 האָט ער זיך ווידער בעוויזען צוטיילט אין צוויי טיילען. אָבער דאָס איז געווען דאָס לעצטע מאָל, וואָס מען האָט איהם געזעהן. מעהר האָט ער זיך פון יענער צייט אָן ניט בעוויזען. מען גלויבט, אז ער איז צובראָכען געווארען אויף שטיקער און אויף דעם גרונד נעהמט מען אָן, אז די גרויסע צאָהל מעטעאָרען (הימעל־שטיינער), וועלכע זיינען אראָבגעפאלען אויף דער ערד ענדע נאָוועמבער 1872, 1885 און 1892, זיינען געקומען פון דעם צובראָכענעם קאָמעט, ווען די ערד איז דורכגעגאנגען זיין אָרביט.

אין יאָהר 1881 האָט זיך בעוויזען א קאָמעט, וועלכער איז געווען זעהר ענהליך אין אויסזעהן צו דאָנאטי׳ס קאָמעט. דאָס איז געווען דער ערשטער קאָמעט וועלכען מען האָט ערפאָלגרייך פאָ־טאָגראפירט.

אין יאָהר 1882 האָבען זיך בעוויזען צוויי קאָמעטען. איינער פון זיי איז געווען אזוי גרויס און העל, דאָס מען האָט געקענט גוט זעהן מיט׳ן נאקעטען אויג, ווי ער געפינט זיך נעבען דער זון. זיין עק איז געווען ריעזיג גרויס און לאַנג, די נעבעלהילע ארום דעם קערן האָט פערנומען עטליכע מיליאָן מייל. אין זיין וועג האָט דער דאָזיגער קאָמעט צובראָכען זיין קאָפּ און זיין קערן האָט זיך צוטיילט אין עטליכע טיילען. אין יאָהר 1893 האָט זיך בעוויזען א טעלעסקאָפּישער קאָמעט (וועלכען מען האָט ניט געקענט זעהן מיט׳ן נאקעטען אויג), מיט א צודרעהטען עק, וועלכער האָט

אויסגעוויזען, ווי א פאקעל וואס ווערט געבלאָזען פון א שטארקען ווינד.

פיעלע גרויסע קאָמעטען האָבען זיך בעוויזען אין די יאָה־רען 1901, 1907 און 1910.

ווען עס וועלען זיך בעווייזען נייע קאָמעטען קענען די אס־טראָנאָמען ניט פאָראויסזאָגען.

די ווירקליכע גרויס פון די קאָמעטען איז שווער צו בעשטימען מיט א פאָלשטענדיגער פינקטליכקייט. די קעפּ פון טעלעסקאָפּישע קאָמעטען זיינען פון 25 טויזענד מייל ביז 100 טויזענד מייל אין דיאמעטער. א קאָמעט וואס זיין קאָפּ איז ווענינער ווי 15 טויזענד מייל אין דיאמעטער קען מען אפילו מיט דעם בעסטען טעלעסקאָפּ ניט זעהן. דער קאָפּ פון דאָנאטי׳ס קאָמעט אין יאָהר 1858 איז געווען א פיערטעל מיליאָן מייל אין דיאמעטער, און דער קאָפּ פון גרויסען קאָמעט, וואס האָט זיך בעוויזען אין יאָהר 1811, האָט גע־האט אין דיאמעטער איבער א מיליאָן מייל. דאָס איז דער גרעסטער קאָמעט, וואס האָט זיך ביז איצט בעוויזען. די עקען פון די קאָמע־טען זיינען מיליאָנען מיילען לאנג. זאָגאר די קירצערע פון זיי זיינען ארום 10 מיליאָן מייל לאנג, און דער לענגסטער פון זיי, ווי פון דעם קאָמעט פון יאָהר 1862, איז 100 מיליאָן מייל לאנג.

אזוי ווי די אָרביטען פון מאנכע קאָמעטען שניידען זיך גע־ווים מיט דעם אָרביט פון אונזער ערד, קען דעריבער ווען עס איז פאָרקומען א צוזאמענשטויס פון דער ערד מיט א קאָמעט. די אסטראָנאָמען האָבען אָבער אויסגערעכענט, אז א צוזאמענשטויס קען בלויז טרעפען איין מאָל אין 15 מיליאָן יאָהר. מען דארף דעריבער האָפען, אז אין אונזער צייט וועט אזא צוזאמענשטויס ניט פאָרקומען. אויסער דעם איז א קאָמעט ניט אזא געפעהרליכע בע־שעפעניש, אז ער זאָל קענען שעדיגען די ערד ווען ער זאָל זיך מיט איהר צונויפשטויסען. עס וועט ניט צובראָכען ווערען די ערד, נאָר דער קאָמעט. נאָר ווען אזא צוזאמענשטויס זאָל פאָרקו־מען, קען ער דאָך פערשאפען א סך אונאנגענעהמליכקייטען. ווען דער קאָמעט זאָל זיין א גרויסער קען ער אויסטריקענען די וואַ־סערען פון דער ערד און פערדארבען די לופט. די לופט קען אזוי פערדאָרבען ווערען, דאָס מען וועט זי ניט קענען אָטהעמען. עס איז דעריבער גלייכער, אז זיי זאָלען זיך ניט צוזאמענשטויסען.

מיר האבען פריהער בעמערקט, אז ביעלא'ם קאמעט איז וואהרשיינליך צובראכען געווארען אויף שטיקער און דער גרויסער מעטעארען־רעגען וואס איז געפאלען אויף דער ערד ענדע נאוועמ־בער אין די יאהרען 1872, 1885 און 1892 זאלען האבען געקומען פון דעם צובראכענעם קאמעט. מיר וועלען זיך דעריבער אביסעל נעהנטער בעקענען מיט די מעטעארען.

יעדען איינעם איז געוויס אויסגעקומען צו זעהן אין א העלע נאכט, קוקענדיג אויפ'ן הימעל, ווי עס פליהט א שטערען און ווערט פערשוואונדען. מען רופט עס אויף דער געוועהנליכער שפראך א פאלענדער שטערען. אין אנדערע נעכט זעהט מען פיעל אזעלכע פאלענדע שטערען. דאס זיינען אבער ניט קיין ווירקליכע שטערען. דאס זיינען, ווי מען נעהמט אן, אבגעשפליטערטע טיילען פון קאָ־מעטען, וועלכע זיינען צובראכען געווארען. דיעזע אבגעבראכענע שטיקער פון די קאמעטען בעוועגען זיך ארום דער זון אין זייער איי־גענעם ארביט און מען רופט זיי מעטעארען. זיי זיינען צו קליין, אז מען זאל זיי קענען זעהן אפילו מיט דעם גרעסטען טעלעסקאפ. מיר זיינען מיט זיי בעקאנט בלויז דורכדעם, וואס זיי פאלען אפט אראב אויף דער ערד. בעוועגענדיג זיך אין איהר ארביט קומט עס אפט פאר, אז די ערד פערכאפט די מעטעארען אין זייערע אר־ביטען און ציהט זיי צו זיך. זי בעריהרט זיי צו ערשט מיט איהר אטמאספערע, וועלכע רוקט זיי ארוים פון זייער ארביט, און דאן פאלע זיי שוין אויף איהר. עס איז א פיזיקאלישעם געזעץ, דאס ווען א קערפער לויפט שנעל דורך די לופט, ווערט דורך די ריי־בונג און דעם ווידערשטאנד פון דער לופט ענטוויקעלט היץ. די גרויסע געשווינדיגקייט פון די מעטעארען, מיט וועלכע זיי פאַ־לען ענטוויקעלט דעריבער אזא גרויסע היץ, דאס זיי פאנ־גען אן גליהען און ווערען פערברענט. ווען זיי פאנגען אן גליהען און ברענען קוקען זיי אוים ווי א שטערען און עס דוכט זיך אב, אז א שטערען פאלט און ווערט פערשוואונדען. מען רופט זיי דאן פאל־שטערען.

אנדערע מעטעארען זיינען אזוי גרוים, דאס עס נעהמט א לענ־גערע צייט איידער זיי ווערען פערברענט, פאלענדיג. מען זעהט זיי ווי זיי פליהען א לענגערע צייט און שיינען מיט א גאנץ בעזונ־דערען העלען ליכט. אפט הערט מען ביי דעם פליהען פון אזא

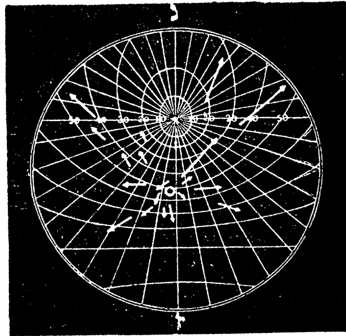
מעטעאר אַ קראַך ווי פון אַ דונער אָדער פון אַ האַרמאַט: דאָס קומט פון דער דערציטערונג פון דער לופט, וואס ווערט פערא‏ור־זאכט פון דעם פאַלען פון מעטעאָר. עס טרעפט זיך אָפט, אַז דער מעטעאָר פאַלט אראָב אויף דער ערד איידער ער ווערט פערברענט. מען רופט איהם דאַן מעטעאָריט אָדער הימעל־שטיין. אַזעלכע מעטעאָריטען קען מען זעהן אין פערשיעדענע מוזעאומס. דאָס מאַטעריאַל פון וועלכען זיי בעשטעהען איז הויפּטזעכליך אייזען און שטיין.

אין מאַנכע צייטען ערשיינען די פאַלענדע שטערען אין זעהר אַ גרויסער צאָהל. זיי קומען אַזוי שנעל איינע נאָך די אַנדערע, אַז מען קען זיי קוים צעהלען. מען רופט עס דאַן אַ מעטעאָרען־רעגען. זעהר גרויסע מעטעאָרען־רעגענס זיינען פאָרגעקומען אין די יאָהרען 1799 און 1833 און איינער עטוואס קלענער אין יאָהר 1866. אַלע זיינען פאָרגעקומען אין דערזעלבער צייט פון יאָהר, אַרום דעם 14טען נאָוועמבער.

די דאָזיגע ערשיינונג ווערט ערקלערט דורך דער פאָלגענדער אורזאַכע: אַ גרויסע צאָהל מעטעאָרען בעוועגען זיך אין אַ זעהר לאַנגען אָרביט אַרום דער זון, מאַכענדיג דריי אומדרעהונגען אַרום איהר אין אַ משך פון הונדערט יאָהר. עס טרעפט, אַז דער אָרביט פון דיעזער גרויסער מחנה מעטעאָרען שניידט זיך מיט דעם אָר־ביט פון דער ערד אין דעם פונקט, וואו די ערד געהט איהם דורך אַרום מיטען נאָוועמבער און די ערד ציהט דאַן צו אַ גרויסען טייל פון די מעטעאָרען, זי ציהט זיי אַרוים פון זייער אָרביט און זיי פאַנגען אָן פאַלען. די מחנה מעטעאָרען איז אַזוי גרויס, דאָס עס נעהמט זיי אַרום דריי יאָהר צייט דורכצוגעהן אַ געוויסען פונקט, און דעריבער טרעפט עס, אַז די ערד פערכאַפּט זיי צוויי אָדער דריי יאָהר נאָך דער רייה, און עס קומען דאַן פאָר איין יאָהר נאָך דעם אַנדערען מעטעאָרען־רעגענס.

ווען מען בעאָבאַכטעט אַ מעטעאָרען־רעגען, זעהט מען ווי די מעטעאָרען פליהען אין פערשיעדענע ריכטונגען פון הימעל. אָבער מען קען אויך בעאָבאַכטען, אַז אַלע קומען זיי פון אַ געוויסען פונקט אין הימעל. ווען מען זאָל, למשל, ציהען ליניעס פון די

מעטעאָרען אין דער געגענגעזעצטער ריכטונג, ווי זיי פליהען, ווע־
לען זיך אַלע ליניעס צונויפקומען אין איין פונקט. מען רופט דיע־
זען פונקט דער אויסשטראַהלונגס־פונקט.



ציכנונג 92. דער אויסשטראַה־
לונגס פונקט פון פאַלענדע שטערען.

פיעלע פאַלענדע שטערען בעמערקט מען אין די נעכט פון
ארום 9טען און 10טען אויגוסט. זיי צייכנען זיך אויס דערמיט,
וואָס זיי לאָזען הינטער זיך א ליכטיגען שפור אויף א פאָר סע־
קונדען.

די פיקס־שטערן.

פינף־און־צוואַנציגסטער קאַפּיטעל.

די פיקס שטערן זיינען גרויסע זונען. — די בעוועגונג פון די שטערן. — די שנעלקייט פון זייער בעוועגונג. — די ווייטקייט פון די שטערן. — טעלעסקאָפּישע שטערן. — דער מילך־וועג. — די אייבטיילונג פון שטערן אין קלאסען. — ווי מען מעסט די ווייטקייט פון די שטערן. — דאָס ליכט־יאָהר אַלס מאָס־איינהייט צו מעסטען די ווייטקייט פון שטערן. — די קאָנסטעלאַציאָנען אָדער שטערן־בילדער. — די דאָפּעל־שטערן. — די פערענדערליכע שטערן. — שטערן־בינטלעך. — נעבולאָס.

שוין אין די אַלטע צייטען האָבען די אַסטראָנאָמען און שטערן־זעהער בעמערקט, אַז עס זיינען פאַראַן צווייערליי מינים שטערן — איין מין שטערן וועלכע בעוועגען זיך און דער צווייטער מין וועלכע שטעהען אויף אָן אָרט. אין די אַלטע צייטען האָבען זיי בעמערקט בלויז זיעבען שטערן, וועלכע בעוועגען זיך, דאָס איז געווען די זון, די לבנה, מערקור, ווענוס, מארס, יופּיטער און סאַטורן. זיי האָבען דיעזע הימעלישע קערפּער אַ נאָמען געגעבען פּלאַנעטען, פון דעם גריכישען וואָרט „פּלאַנעטעס“ — אַ וואַנדערער. די איבריגע שטערן, וועלכע זיי האָבען געקענט זעהן און צעהלען ביז אַ פּאָר טויזענד, האָבען זיי אַ נאָמען געגעבען פיקס־שטערן, ווייל זיי האָבען זיי אויסגעוויזען, אַז זיי שטעהען אַלע מאָל אויף איין אָרט און בעוועגען זיך ניט.

די אַסטראָנאָמען און שטערן־זעהער פון די אַלטע צייטען האָבען געמאַכט ניט קיין קליינעם טעות אריינצעהלענדיג די זון צווישען די פּלאַנעטען. זיי האָבען אויך געמאַכט אַ טעות, אַז די פיקס שטערן בעוועגען זיך ניט. באמת בעוועגען זיי זיך יאָ.

מיר ווייסען שוין, אַז ניט די זון איז אַ פּלאַנעט נאָר די ערד. די זון איז גאָר אַ פיקס־שטערן, דער נעהנטסטער פיקס־שטערן

צו אונזער ערד. די אנדערע פיקס־שטערען זיינען זעהר ווייט פון אונז, טויזענד מאל ווייטער פון אונז, ווי די זון. א סך פון די קליי־נינקע שטערענדלעך, וועלכע מיר זעהען זיינען א סך גרעסער ווי די זון, נאר צוליעב זייער גרויסער ווייטקייט זעהען זיי אונז אוים אזוי קליין. מען קען זיך מאכען א בעגריף וועגען דער גרויסער ווייטקייט פון די שטערען, פון דעם פאלגענדען ביישפיעל: עס זיינען פאראן שטערען, וועלכע ערשיינען אזוי נאהנט איינע צו די אנדערע, דאס בלויז זעהר א שארף אויג קען זעהן, אז דאס זיינען צוויי שטערען. פאר א געוועהנליכע אויג זעהען זיי אויס ווי איין שטערען. אין דער ווירקליכקייט זיינען זיי אבער אזוי ווייט איינער פון אנדערען, דאס ווען אן אייזענבאהן לאקאמאטיוו זאל לויפען 60 מייל א שטונדע אהן אן אויפהער פון איין שטערען צום צוויי־טען, וואלט עס איהם דארפען נעהמען א מיליאן יאהר צו פערענ־דיגען די רייזע.

אונז דוכט זיך בלויז, אז די שטערען שטעהען אימער אויף איין פלאץ. באמת בעוועגען זיי זיך אין אן ארביט, אזוי ווי די פלאנעטען. צוליעב זייער אונגעהויערער גרויסער ווייטקייט קענען מיר ניט זעהן זייער בעוועגונג. פון לאנג־יעהריגע בעאבאכטונ־גען האבען אבער די אסטראנאמען אויסגעפונען, אז אויך די פיקס־שטערען בעוועגען זיך. ווען מען פערגלייכט דעם פלאץ וואו א שטערען געפינט זיך היינט מיט דעם פלאץ, וואו ער האט זיך גע־פונען מיט 100 יאהר צוריק, געפינט מען, אז ער האט זיך גאנץ בעדייטענד אוועקגערוקט פון זיין פריהערדיגען פלאץ. אין דעם איז, אמת, טיילוויז שולדיג די ספעציעלע אומדרעהונג פון דער ערד, וועלכע זי מאכט אין דעם משך פון 26 טויזענד יאהר, ווי עס איז ערקלערט געווארען אין איינעם פון די פריהעריגע קאַ־פיטלען. עס הייסט, אז א טייל פון דער בעוועגונג פון די שטע־רען איז בלויז א שיינבארע. צוליעב דעם, וואס די ערד האט זיך אבגערוקט אין איהר 26 טויזענד יעהריגע בעוועגונג, דוכט זיך אונז, אז די שטערען האבען זיך אבגעחוקט. אבער ווען מען רע־כענט אראב דיעזע שיינבארע בעוועגונג, געפינט מען דאך, אז די שטערען האבען זיך אבגערוקט פון זייערע פריהערדיגע פלעצער. דיעזע בעוועגונג פון די שטערען רופט מען די ווירקליכע בעווע־גונג.

אַזוי ווי די זון איז אויך אַ שטערן דאַרף מען אָננעהמען, אַז זי בעוועגט זיך אין אַן אַרבּיט, ווי אַלע אַנדערע שטערן. און דאָס איז טאַקי אַזוי. דער בעריהמטער אַסטראָנאָם הערשעל איז געווען דער ערשטער, וואָס האָט בעוויזען, אַז די זון בעוועגט זיך אַרום וועלכען עס איז אַן אַנדער שטערן. אין איהר בעוועגונג נעהמט די זון מיט דאָס גאַנצע זונען־סיסטעם, די פּלאַנעטען, די לבנות און די קאָמעטען. דאָס גאַנצע זונען־סיסטעם בעוועגט זיך אין אַן אַרבּיט, ווי עס וואָלט געווען איין קוגעל.

ווען די שטערן וואָלטען געשטאַנען אויף איין פּלאַץ און בלויז די זון וואָלט זיך בעוועגט, וואָלט זיך אונז אויסגעדאַכט, אַז די זון שטעהט אויף אַן אָרט און די שטערן בעוועגען זיך. ווען די זון, האַלטענדיג מיט זיך די ערד, וואָלט זיך בעוועגט אין דער ריכ־טונג צו אַ שטערן, וואָלט זיך אונז אויסגעדאַכט, אַז דער שטערן בעוועגט זיך אין דער ריכטונג צו דער זון. ווען די זון וואָלט זיך בעוועגט צו צפון זייט פון אַ שטערן, וואָלט זיך אונז אויסגעוויזען, אַז דער שטערן בעוועגט זיך צו דרום. אָבער עס בעוועגט זיך די זון און די שטערן, דעריבּער איז עס שווער צו בעשטימען ווי־פיעל פון דער בעוועגונג פון אַ שטערן דאַרף צוגערעכענט ווע־רען צו זיין שיינבּאַרער בעוועגונג, דאָס הייסט צוליעב דער בע־וועגונג פון דער זון, און וויפיעל צו זייןווירקליכער בעוועגונג.

עס איז דורך פערשיעדענע מעטאָדען אויסגערעכענט געוואָרען, אַז די זון בעוועגט זיך אין איהר אַרבּיט פון 10 ביז 12 מייל אין אַ סעקונדע. זי בעוועגט זיך אין דער ריכטונג צו דער שטערן־קאָנסטעלאַציאָן לירא. צוליעב דער בעוועגונג פון דער זון אין דער ריכטונג פון לירא ווייזט זיך אונז אויס, אַז די אַנדערע שטערן רוקען זיך אָב פון לירא.

פון דער בעוועגונג פון דער זון און פון די שטערן קען מען זיך מאַכען אַ בעגריף וועגען דער גרויס פון וועלט־רוים. דער שעהנער העלער שטערן אַלפאַ לירא שיינט אונז צו זיין אויף דעמזעלביגען פּלאַץ, ווי עס האָבּען איהם געזעהן אונזערע אור־עלטער זיידעס מיט אונצעהליגע דורות צוריק, ניט קוקענדיג אויף דעם, וואָס אונזער זונען־סיסטעם בעוועגט זיך צו איהם אַלץ נעהנ־טער מיט ווענינגסטענס 300 מיליאָן מייל אַ יאָהר. ווי שנעל די רייזע זאָל ניט זיין, ...רף עס נאָך נעהמען ווענינגסטענס אַ האַלבען

מיליאָן יאָהרען, אַז אונזער זונען־סיסטעם זאָל דערגרייכען דעם פּלאַץ, וואו דער שטערען אַלפאַ לירא געפינט זיך. אין דער צייט אָבער וועט דער שטערען אַלפאַ לירא זיך אויך האָבען אָוועקגע־רוקט פון זיין פּלאַץ און ער וועט זיין אַזוי ווייט פון דער זון, ווי ער איז איצט.

ווי גרויס עס איז די שנעלקייט פון דער בעוועגונג פון די שטע־רען אין זייער אָרביט איז שווער צו בעשטימען, צוליעב זייער גרוי־סער ווייטקייט. מען האָט דאָך אויסגעפונען, אַז די דורכשניטלי־כע געשווינדיגקייט פון דער בעוועגונג פון די שטערען איז 10 מייל אין אַ סעקונדע, וואָס דאָס מאַכט אויס איבער 300 מיליאָן מייל אַ יאָהר.

דיעזע געשווינדקייט איז אָבער דאָך ניט די ווירקליכע בעווע־גונגסגעשווינדקייט פון די שטערען. די 10 מייל אין אַ סעקונדע איז בלויז די שנעלקייט, מיט וועלכער דער שטערען רוקט זיך אָב פון זיין פּלאַץ, ווען מיר פערגלייכען אויף דער הימעלס־קאַרטע דעם פּלאַץ, וואָס ער האָט פריהער געהאַט. די ווירקליכע געשווינדיגקייט, מיט וועלכע די שטערען בעוועגען זיך אין זייערע אָרביטען איז פיעל גרעסער. די ווירקליכע געשווינדיגקייט פון די שטערען האָט מען אויסגערעכענט פון איינינע, פון וועלכע מען האָט אויסגעפונען ווי ווייט זיי זיינען פון אונז. מען האָט, צום ביישפּיעל, אויסגע־רעכענט, לויט דער ווייטקייט פון דעם שטערען אַרקטורוס און לויט זיין פּאַראַלאַקס, אַז ער בעוועגט זיך מיט אַ געשווינדיגקייט פון אַרום 200 מייל אין אַ סעקונדע אָדער איבער 6 ביליאָן מייל אין אַ יאָהר.

אַז די שטערען בעוועגען זיך, קען מען אַמבעסטען בעווייזען דורך אַ ספּעקטראָסקאָפּ. מיט דעם ספּעקטראָסקאָפּ קען מען בע־שטימען דעם ספּעקטרום פון די שטערען. ווען מען קוקט דורך אַ ספּעקטראָסקאָפּ אויף אַ שטערען זעהט מען ווי זיינע ליכט־שטראַהלען צולעגען זיך אין פערשיעדענע פאַרביגע שטרייפען און ליניען, אונגעפעהר ווי פון דער זון. פון דער פערטיילונג פון די פאַרביגע שטרייפען און ליניען אין דעם ספּעקטרום פון אַ שטערען, קען מען בעשטימען, ווי ער בעוועגט זיך. ווען אַ שטערען קומט אין זיין בעוועגונג נעהנטער צו דער ערד, דאַן וועלען די פאַר־ביגע ליניעס זיך עטוואָס בעוועגען צו דעם בלויען ענד פון דעם

ספעקטרום; ווען דער שטערען רוקט זיך אָב אין זיין בעוועגונג פון דער ערד, דאַן וועלען די פארביגע ליניעס זיך א ביסעל בע־וועגען צו דעם רויטען ענד פון דעם ספעקטרום (די פערטיילונג פון די פארביגע שטרייפען און ליניען אין ספעקטרום געהען פון רויט צו בלוי, פון איין ענד זיינען די פארבען פון רויטע שאטי־רונגען און פון צווייטען ענד פון בלויע שאטירונגען ביז אולטרא פיאָלעט). לויט דעם, צו וועלכער זייט די פארבען־ליניען בעוועגען זיך אין ספעקטרום און אויף וועלכער שטרעקע זיי בעוועגען זיך, קען מען בעשטימען אין וועלכער ריכטונג און ווי שנעל א שטערען בעוועגט זיך. די ריכטונג אין וועלכער דער שטערען בעוועגט זיך — צו אונז אָדער פון אונז, ווערט אָנגערופען געזיכטס־ליניע.

צוליעב דער גרויסער ווייטקייט פון די שטערען קען זייער בע־וועגונג בעאָבאכטעט ווערען בלויז אין א גראדער ליניע. זייערע אָרביטען זיינען אזוי ריעזיג גרויס, דאָס ווי גרויס עס זאָל ניט זיין דאָס שטיק פון אָרביט, וואָס דער שטערען איז דורכגעלאָפען, זעהט עס דאָך אויס בלויז ווי א גראדע ליניע.

ווי שוין געזאָגט, זיינען די שטערען גרויסע זונען, וועלכע שיינען מיט זייער אייגענעם ליכט. אנדערע פון זיי זיינען הונ־דערטע אָדער טויזענדע מאָל העלער און ליכטיגער, ווי אונזער זון. ווען מען קוקט אויף זיי מיט א טעלעסקאָפ זעהט מען, אז ניט אַלע פון זיי האָבען א גלייכען קאָליר. אנדערע זעהען אויס רויטליך, געל, גרינליך, בלויליך א. אז. וו. דער אונטערשיעד אין די קאָ־לירען בעווייזט, אז די פערשיעדענע שטערען בעשטעהען פון פער־שיעדענע שטאָפען און בעזיצען פערשיעדענע טעמפעראַטורען. די בלויע שטערען האָבען א העכערע טעמפעראַטור ווי די רויטע.

א גוט, שארף אויג קען זעהן אין הימעל ארום פינף טויזענד־שטערען, אָבער אזוי ווי א העלפט פון דיעזער צאָהל איז אימער אונטער דעם האָריזאָנט און די וועלכע זיינען נאָהנט צום האָרי־זאָנט זעהען אויס אזוי בלאַס, דאָס מען קען זיי זעהר שווער זעהן, רעכענט מען דעריבער, אז די העכסטע צאָהל שטערען, וואָס מען קען זעהן מיט איין מאָל־מיט ניט קיין בעוואפענטען אויג, איז קוים 2 טויזענד.

נאָר פאר יעדען שטערען וואָס מען קען זעהן מיט אַן אונבע־וואפענטען אויג, קען מען זעהן טויזענדער מיט א טעלעסקאָפ. דיע־

זע שטערען ווערען אַנגערופען טעלעסקאָפּישע שטערען. וואָס מעהר דער טעלעסקאָפּ איז אויסגעבעסערט געוואָרען, אַלץ מעהר שטערען האָט מען מיט איהם געקענט זעהן. מען רעכענט, דאָס מיט די גרעסטע טעלעסקאָפּען קען מען זעהן ביז 60 אָדער 70 מי־ליאָן שטערען.

ווען מען קוקט אויפ'ן הימעל אין א העלער נאַכט בעמערקט מען א שעהנעם ווייסליכען ברייטען שטרייף אויפ'ן הימעל. פאַר אַן אונבעוואָפּענטען אויג זעהט דיעזער ברייטער ווייסליכער שטרייף אויס ווי אַן אונרעגעלמעסיגע רייה פון וואָלקען־עהנליכע פלעקען פון א מילך קאָליר. מען רופט עס דעריבער דער מילך־וועג. זיין וויסענשאַפטליכער נאָמען איז גאַלאַקסי. ווען מען קוקט אויף דיעזען מילך־וועג מיט א טעלעסקאָפּ, זעהט מען, אז ער בעשטעהט פון מיליאָנען שטערען, וועלכע זיינען צו בלאַס, אז מען זאָל זיי קענען זעהן מיט א נאַקעטען אויג. די צאָהל שטערען, פון וועלכע דער מילך־וועג בעשטעהט איז אַזוי ריעזיג גרויס, דאָס מען רעכענט, אַז זי איבערשטייגט די צאָהל פון אַלע איבריגע שטערען אין הי־מעל.

די שטערען אין מילך־וועג זיינען ניט גלייכמעסיג פערטיילט. אין אַנדערע ערטער זיינען זיי געדיכטער און אין אַנדערע ערטער שיטערער. דאָס קען מען פערשטעהן דערפון, וואָס דער מילך־וועג איז אין אַנדערע ערטער העלער און אין אַנדערע טונקעלער. אין אַנדערע ערטער פון מילך־וועג זיינען די שטערען אַזוי גע־דיכט, דאָס מען קען זיי מיט דעם שאַרפסטען טעלעסקאָפּ ניט אָב־טיילען איינע פון די אַנדערע. עס זעהט אויס ווי זיי וואָלטען זיין צונויפגעזאַמעלט אין קופּעס.

מיר האָבען שוין בעמערקט, אז אַנדערע שטערען זעהען אונז אויס העלער און אַנדערע בלאַסער. עס הענגט אָב ערשטענס פון דער ווייטקייט פון די שטערען, און צווייטענס פון זייער ווירקלי־כער העלקייט.

די אַסטראָנאָמען פון די אַלטע צייטען האָבען איינגעטיילט די שטערען, וואָס זיי האָבען געקענט זעהן, אין 6 קלאַסען, לויט זייער העלקייט. אין דער ערשטער קלאַסע זיינען געווען 15 פון די העלסטע שטערען און אין דער 6טער קלאַסע די גרויסע צאָהל שטע־רען, וועלכע מען האָט קוים געקענט זעהן. אין די צווישען־קלאַסען



ציי־כנונג 93. דער מילך־וועג ניט ווייט פון שטערן 15 מאָנאָ־צעראָטים (פאָטאָגראַפירט פון באַרנאַרד אין יאָהר 1894).

זיינען געוועזן איינגעטיילט די איבריגע שטערען, לויט זייער העל־קייט. אין צווייטער קלאַסע די העלערע, אין דריטער קלאַסע די וועניגער העלערע און אזוי ווייטער.

דיעזע סיסטעם פון איינטיילען די שטערען אין קלאַסען, לויט זייער העלקייט, איז אָנגעהאַלטען געוואָרען אויך אין דער איצטיגער אסטראָנאָמיע. אָבער צוליעב דעם טעלעסקאָפּ זיינען צוגעקומען א גאַנצע רייה נייע קלאַסען. די איינטיילונג איז אזעלכע, דאָס א מיטעלמעסיגער שטערען פון דער ערשטער קלאַסע איז 2½ מאָל העלער ווי פון דער צווייטער קלאַסע; א שטערען פון דער צוויי־טער קלאַסע איז 2½ מאָל ליכטיגער ווי פון דער דריטער קלאַסע א. אז. וו.

א גרויסע גרופּע שטערען ווערט אָנגערופען א קאָנסטעלאַ־ציאָן אָדער שטערען־בילד. אַלע שטערען זיינען איינגעטיילט אין 85 קאָנסטעלאַציאָנען אָדער שטערען־בילדער. די אסטראָנאָ־מען פון די אַלטע פעלקער האָבען יעדען שטערען־בילד געגעבען א נאָמען פון א קריעגס־העלד, פון א געטין אָדער פון א חיה, ווי אורזאַ מאַיאָר (דער גרויסער בער), אַנדראָמעדאַ (די צוגעשמידטע געטין), קאַסיאָפּייא (די דאַמע אין איהר שטוהל) א. אז. וו.

אין דער איצטיגער אסטראָנאָמיע רופט מען געוועהנליך די שטערען מיט צוויי נעמען. זיין ערשטער נאָמען איז נאָך א בוכ־שטאַב פון דעם גריכישען אַלפאַבעט, ווי אַלפאַ, בעטאַ, גאַמאַ, דעלטאַ א. אז. וו. און דער צווייטער נאָמען איז א לאַטיינישער. דער ערשטער נאָמען איז דער אייגען־נאָמען פון שטערען און דער צווייטער נאָמען איז פון דער קאָנסטעלאַציאָן צו וועלכער ער גע־הערט. ס'איז א נאָמען מיט א פאַמיליע נאָמען. ווען מען זאָגט, למשל, אַלפאַ פּעגאַסי, מיינט מען עס דעם שטערען אַלפאַ פון דער קאָנסטעלאַציאָן פּעגאַסי.

די נעמען פון די גריכישע אותיות לויט דעם אַלפאַבעט, זיינען ווי פאָלגט: אַלפאַ, בעטאַ, גאַמאַ, דעלטאַ, עפּסילאָן, צעטאַ, עטאַ, טהעטאַ, יאָטאַ, קאַפּאַ, לאַמבדאַ, מי, ני, קסי, אָמיקראָן, פּי, רהאָ, סיגמאַ, טאַו, איפּסילאָן, פי, כי, פּסי, אָמעגאַ.

די אַלטע אסטראָנאָמען, ווי פריהער בעמערקט, האָבען אין דער ערשטער קלאַסע געצעהלט 15 שטערען. די איצטיגע אסטראָ־

נאָמען צעהלען 20 שטערען אין דער ערשטער קלאַס. זיי זיינען די פאָלגענדע:

אלפא קאַניס מאַיאָרים (סיריוס), אלפא ארגוס (קאַנאָפּוס)*, אלפא צענטאורי*, אלפא אוריגא (קאַפּעלא), אלפא באָאָטיס (ארקטורוס), אלפא לירא (וועגא), בעטא אָריאָניס (ריגעל), אלפא ערידאני (אכערנאר)*, אלפא קאַניס מינאָריס (פּראָציאָן), בעטא צענטאורי*, אלפא אָריאָניס (בעטעלגועסע), אלפא קרוציס*, אלפא אקווילא (אלטאאיר), אלפא טאורי (אלדעבאראן), אלפא ווירגיניס (ספּיקא), אלפא סקארפּיאי (אנטארעס), בעטא געמינארום (פּאָלוקס), אלפא פּיסציס אוסטראליס (פאָמאלהאנט), אלפא לעאָניס (רעגולוס), אלפא ציגני (דענעב).

די נעמען אין די קלאַמערען (חצי לבנות) זיינען די אלטע נעמען פון די שטערען. די וועלכע זיינען בעצייכענט מיט שטערענדלעך קען מען פון אונזער מיטעל נאָרדליכען האלב־קוגעל ניט זעהן.

די ווייטקייט פון די שטערען ווערט אויסגעפונען דורך זייער פּאַראלאַקס, אָבער אויסגעפינען דעם פּאַראלאַקס פון א שטערען איז ניט אזוי איינפאַך ווי געפינען דעם פּאַראלאַקס פון א פּלאַנעט אָדער פון אונזער לבנה. צוליעב דער גרויסער ווייטקייט פון די שטערען וועט דער ווינקעל, וואָס קען געמאָסטען ווערען פון צוויי געגענגעזעצטע ריכטונגען פון דער ערד זיין אזוי קליין, דאָס מען וועט איהם אפילו ניט קענען מעסטען. ווען מען זאָל קענען קוקען פון א שטערען אויף דער ערד וועט מען זי אפילו ניט זעהן, און ווען מען זאָל זי אפילו קענען זעהן, וועט זי אויסווייזען ווי א פערשווינדענד קליין פּינטעלע. אום צו מעסטען דעם פּאַראלאַקס פון די שטערען ווערט דעריבער גענומען דער אָרביט פון דער ערד ארום דער זון. שטעלט זיך פאָר אנשטאט די ערד אזא גרויסער קוגעל, וואָס זיין עקוואטאָר איז גלייך צו דעם אָרביט פון דער ערד ארום דער זון, און פון די ענדען פון דעם דיאַמעטער פון דיעזען קוגעל מעסטען מיר דעם פּאַראלאַקס פון די שטערען. דאָס קען געטהאָן ווערען אויף דעם אופן: מען בעאָבאַכטעט דעם פּלאַץ פון א שטערען אין א בעשטימטע נאַכט און אין 6 מאָנאַט ארום בעאָבאַכטעט מען זיין פּלאַץ וויעדער. עס הייסט, אז מען בעאָבאַכטעט דעם שטערען פון די צוויי ענדען פון דעם דיאַמעטער פון דעם אָרביט פון דער ערד ארום דער זון און מען מעסט דאַן דעם אונטערשיעד

אין דעם ווינקעל, צווישען די צוויי ריכטונגען, פון וועלכע דער שטערען איז בעאָבאַכטעט געווארען און אויף אַזא אופן קען מען אויסגעפינען זיין פּאַראַלאַקס. ווען מען רעדט, אַלזאָ, וועגען דעם פּאַראַלאַקס פון אַ שטערען מיינט מען דעם אונטערשיעד אין דעם ווינקעל, וואס ווערט געבילדעט, ווען מען וואָלט זעהן דעם שטערען פון דער ריכטונג פון דער זון און פון דער ריכטונג פון וועלכען עס איז פּונקט פון דעם אָרביט פון דער ערד. דאָס איז דער ווינ־קעל וואָס וואָלט איינשליסען דעם ראַדיוס (האַלבען דיאַמעטער) פון דעם אָרביט פון דער ערד, ווען דער בעאָבאַכטער וואָלט זיך גע־פונען אויפ'ן שטערען און קוקען אויף דעם אָרביט פון דער ערד. די מייסטע שטערען זיינען אָבער אַזוי ווייט, דאָס דער ווינקעל, וואָס בעקומט זיך איז נאָך אַלץ צו קליין, אַז מען זאָל דורך איהם קענען אויסרעכענען גענוי די ווייטקייט. דער ווינקעל פון אַ גאַנץ נאָהנ־טען שטערען איז בלויז אַ דריטעל פון אַ סעקונדע.

די ווייטקייט פון די שטערען איז אַזוי גרויס, דאָס עס איז אונבעקוועם צו רעכענען אַזעלכע ריזיגע שטרעקען דורך מיילען אָדער זאָגאַר נעהמען דעם דיאַמעטער פון דער ערד אַלס אַן איינ־הייט, פּונקט ווי עס וואָלט זיין אונבעקוועם צו מעסטען די ווייט־קייט פון אַמעריקאַ פון אייראָפּאַ אין צענטימעטער אָדער צאָלען (אינטשעס). די אַסטראָנאָמען האָבען זיך דעריבער געאייניגט אָנ־צונעהמען אַלס אַ מאָס־איינהייט, צו מעסטען די ווייטקייט פון פּלאַנעטען און קאָמעטען, דעם ראַדיוס (האַלבער דיאַמעטער) פון דעם אָרביט פון דער ערד אַרום דער זון. אָבער אויב דיעזע מאָס־איינהייט איז צוגעפּאַסט צו מעסטען די ווייטקייטען פון אונזער זונען־סיסטעם, איז זי אָבער צו קליין צו מעסטען די ווייטקייטען פון די שטערען. פאַר די ווייטקייטען פון די שטערען האָבען זיי אָנגענומען אַן אַנדער איינהייט — די שטרעקע וואָס אַ ליכט־שטראַהל לויפט דורך אין דער צייט פון אַ יאָהר. זיי האָבען דיע־זע איינהייט אַ נאָמען געגעבען דאָס ליכט־יאָהר.

די שנעלקייט פון ליכט איז אונגעפעהר 186,300 מייל אָדער 300,000 קילאָמעטער אין אַ סעקונדע. ווען איהר וועט אויסרעכע־נען וויפיעל סעקונדען עס איז פאַראַן אין אַ יאָהר (31,558,149 סעקונדען) און וועט מיט דער געפונענער צאָהל כפל'ען די צאָהל 186,300 וועט איהר אויסגעפינען, אַז אַ ליכט־שטראַהל לויפט דורך

אין אַ יאָהר אונגעפעהר 5⅞ טריליאָן מייל. אַ טריליאָן אין ציפער איז 1,000,000,000,000.

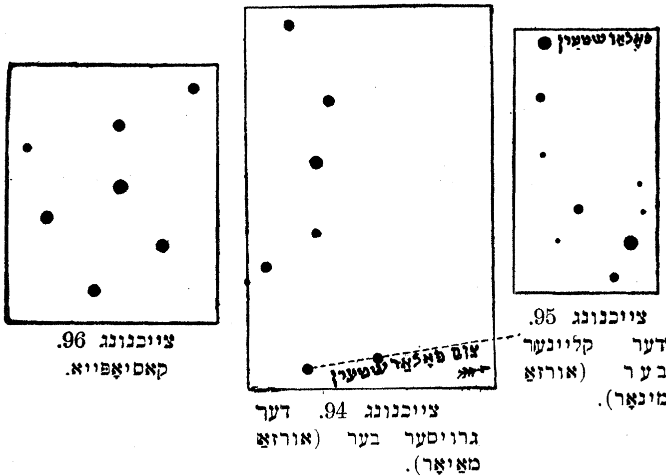
מעסטענדיג דעם פּאַראַלאַקס פון פערשיעדענע שטערען האָט מען אויסגערעכענט, אַז דער שטערן אַלפאַ צענטאורי איז 4⅓ ליכט־יאָהר ווייט (אָן ערך 25 טריליאָן מייל) פון דער ערד, סיריוס 8½ ליכט־יאָהר (אָן ערך 50 טריליאָן מייל), וועגא 27 ליכט־יאָהר (אָן ערך 158 טריליאָן מייל), פּאָלאַרים 47 ליכט־יאָהר (אָן ערך 276 טריליאָן מייל) און אַרקטורוס 160 ליכט־יאָהר (אָן ערך 950 טריליאָן מייל). דאָס מיינט אויך, אַז עס נעהמט 8½ יאָהר איידער אַ ליכט־שטראַהל פון סיריוס דערגרייכט אונזער ערד אָדער 160 יאָהר איידער אַ ליכט־שטראַהל פון אַרקטורוס דערגרייכט אונזער ערד. עס קען זיין, אַז עס זיינען פאַראַן אַזעלכע שטערען, וועלכע זיינען שוין לאַנג אויסגעלאָשען געוואָרען, נאָר מיר זעהען זיי נאָך, ווייל די ליכט־שטראַהלען, וועלכע זיי האָבען אַרויסגעלאָזען פון זיך מיט הונדערטע יאָהרען צוריק האָבען נאָך ניט דערגרייכט אונזער ערד. מיר וועלען דעם שטערען אויפהערען צו זעהן בלויז, ווען זיין לעצטער שטראַהל וועט דערגרייכען אונזער ערד. אַ ליכט שטראַהל פון דער זון דערגרייכט אונזער ערד אין 8 מינוטען און 20 סעקונדען. אַ ליכט־שטראַהל פון דער לבנה דערגרייכט אונ־זער ערד אין אַ סעקונדע מיט אַ פערטעל.

ווען מען בעאָבאַכטעט אויפמערקזאַם די פּאָזיציעס פון די שטערען מעהרערע נעכט, ווען דער הימעל איז קלאָר און די לבנה שיינט ניט, קען מען זיך לייכט איינצייכענען די פערשיעדענע קאָנס־טעלאַציאָנען פון די שטערען. אַמבעסטען איז עס ווען מען פאַנגט אָן מיט די קאָנסטעלאַציאָנען פון די שטערען אַרום דעם נאָרד־פּאָל, ווייל דיעזע שטערען קענען מיר פון דעם האַלב־קוגעל, אויף וועלכען מיר לעבען, זעהן כמעט יעדע נאַכט, ווען דער הימעל איז נאָר קלאָר.

צוערשט קומט די קאָנסטעלאַציאָן פון דער אורזא מאַיאָר (דער גרויסער בער). זי בעשטעהט פון 7 העלע שטערען, וואָס די אויסערע צוויי פון זיי שטעהען אויף אַ גראַדער ליניע מיט דעם פּאָלאַר שטערען, אַ העלער שטערען, וועלכער קומט אוים אי־בער דעם נאָרד־פּאָל פון דער ערד. פון דער אַנדערער זייט פון פּאָל־שטערען, כמעט אין דער געגענגעזעצטער ריכטונג צו דער אור־

זא מאַיאָר זעהט מען פינף אַנדערע העלע שטערען און איינעם א בלאַסען שטערען, דאָס איז די קאָנסטעלאַציאָן קאַסיאָפּייא. צווישען דיעזע צוויי קאָנסטעלאַציאָנען, נאָהנט צום נאָרד־פּאָל, גע־פינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן אורזא מינאָר (דער קליינער בער) צו וועלכער עם בעלאַנגט אויך דער פּאָלאַר שטערען.

אום צו קענען גוט זעהן די אַנדערע קאָנסטעלאַציאָנען פון די שטערען דאַרף מען זיי בעאָבאַכטען אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר, כדי מען זאָל זיי קענען זעהן פריה אין אווענד.



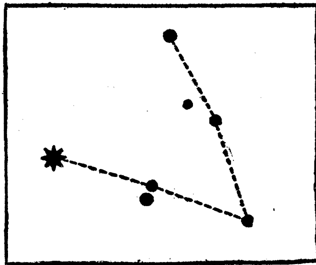
ציינכונג 96. קאַסיאָפּייא.

ציינכונג 94. דער גרויסער בער (אורזאַ מאַיאָר).

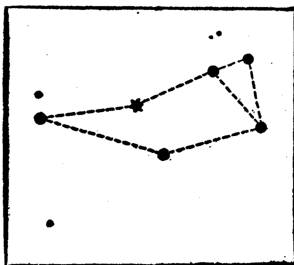
ציינכונג 95. דער קליינער בער (אורזאַ מינאָר).

אין פריהלינג קען מען זעהן אין דער ריכטונג פון מילך־וועג צו נאָרד־וועסט די קאָנסטעלאַציאָן קאַסיאָפּייא, ווייטער קען מען זעהן די קאָנסטעלאַציאָן פּערסעאוס, וועלכע מען קען דערקענען דורך דער רייה שטערען, וועלכע געפינען זיך אין מיטען מילך־וועג און פון וועלכע איינער איז העלער פון אלע איבריגע. דאָס איז דער שטערען אלפא פּערסעאוס. פון דרום זייט פון פּערסעאיס געפינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן אוריגא, וועלכע ענטהאַלט א העלען שטערען פון דער ערשטער קלאַס, וועלכער רופט זיך קאַפּעלא צו מערב געפינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן טאורוס (מזל שור). מען קען זי דערקענען דורך דעם העלען שטערען אַלדעבאַראַן. דיעזע

קאָנסטעלאַציאָן האָט פון איין ענד צוויי ליניעס שטערען, וועלכע זיינען אויסגעשטעלט ווי דער בוכשטאַב V און זיי ווערען אָנגערופען היאַדען. אין דער זעלביגער קאָנסטעלאַציאָן נאָרדוועסט קען מען זעהן די זיבען שטערען, וועלכע רופען זיך פּליאַדען. אין דער ווירקליכקייט קען מען זעהן בלויז 6 פון זיי. עס עקזיסטירט אַ לעגענדע, אַז איין שטערען פון פּלייאַדיס איז פערשוואונדען געוואָרען. מיט אַ טעלעסקאָפּ אָבער קען מען זעהן אויף דעם זיבעטען שטערען. צו מזרח זייט פון דער קאָנסטעלאַציאָן טאַורוס, אויף דער אַנדערער זייט פון מילך־וועג, געפינט זיך געמיני (מזל תאומים). מען זעהט צוויי העלע שטערען פון



צייכנונג 97. דער אלדעבאַראַן און די היאַדען.



צייכנונג 98. די פּלייאַדען.

ערשטער קלאַסע, קאַסטאָר און פּאָלוקס. פון קאַסטאָר און פּאָלוקס זעהט מען די קאָנסטעלאַציאָן קאַנים מינאָר (דער קליינער הונד), וואָס צייכענט זיך אויס מיט אַ העלען שטערען פון ערשטער קלאַס, פּראָציאָן. פון דער אַנדערער זייט פון קאַנים מינאָר איבער דעם מילך־וועג, זעהט מען דעם אריאָן, די פּרעכטיגסטע קאָנסטעלאַציאָן פון שטערען אין הימעל. זי ענטהאַלט צוויי שטערען פון ערשטער קלאַסע, אלפאַ און בעטאַ, אדער ווי מען רופט זיי מיט די אַלטע נעמען — בעטעלגועסע און ריגעל. דער ערשטער איז אַ רויטליכער שטערען און דער צווייטער איז אַ בלויווייסער. אין מיטען פון דער קאָנסטעלאַציאָן געפינט זיך אַ רייה פון דריי העלע שטערען און אונטער זיי נאָך דריי שטערען אין אַ ווערטיקאַלער ריכטונג. צו זיד־אָסט פון אריאָן, אויף דעם וועסטליכען ראַנד פון מילך־וועג געפינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן קאַנים

מאַיאָר (דער גרויסער הונד). אין דיזער קאָנסטעלאַציאָן גע־פינט זיך דער שטערן סיריוס, דער ליכטיגסטער שטערן אין הימעל.

אויף דעם זידליכען האָריזאָנט געפינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן אַרגאָ נאַווים (מזל טלה). דיזע קאָנסטעלאַציאָן קענען מיר אָבער ניט זעהן אין דעם נאָרדליכען טייל פון אמעריקא. די קאָנסטעלאַ־ציאָן ארגא נאַווים ענטהאַלט דעם צווייטען ליכטיגסטען שטערן אין הימעל, קאַנאָפּוס, וועלכער קען געזעהן ווערען פון די איינ־וואוינער פון די זידליכע שטאַאַטען אין אמעריקא.

אויף דעם זידליכען האָריזאָנט געפינט זיך אויך די קאָנסטעלאַ־ציאָן אַריעס, וועלכע ענטהאַלט דריי בלאַסע שטערן אויסגע־שטעלט אין דער פאָרם פון א שטומפּפען דריי־עק. צו מזרח זייט פון דער קאָנסטעלאַציאָן געמיני (מזל תאומים) געפינט זיך די קאָנ־סטעלאַציאָן קאַנסער (מזל סרטן). נאָך ווייטער צו מזרח געפינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן לעאָ (מזל אריה), וועלכע ענטהאַלט אין זיך דעם העלען שטערן רעגולוס.

אין אָנפאַנג זומער קען מען א ביסעל צו מזרח פון מערידיאָן זעהן די קאָנסטעלאַציאָן ווירגאָ (מזל בתולה), וועלכע ענט־האַלט דעם העלען שטערן ספּיקא. צו דרום־מזרח זייט קען מען זעהן די קאָנסטעלאַציאָן סקאָרפּיאום (מזל עקרב), וועלכער ענט־האַלט דעם רויטליכען העלען שטערן אַנטאַרעס. צו מזרח צו קען מען זעהן די קאָנסטעלאַציאָן באָאָטעס, וועלכע ענטהאַלט א זעהר העלען רויטליכען שטערן, אַרקטורוס.

צו נאָרד־אָסט פון שטערן ארקטורוס, קען מען זעהן די קאָנס־טעלאַציאָן קאָראָנאַ באָרעאַלים (די נאָרדליכע קרוין), א קליינע גרופּע שטערן, וועלכע זעהען אויס ווי א קרוין.

אין אָנפאַנג הערבסט זעהט מען אין דעם מילך־וועג די קאָנס־טעלאַציאָן ציגנוס (דער שוואַן). זי בעשטעהט פון פינף שטערן, וועלכע זיינען אויסגעשטעלט ווי א קרייץ. דער העלסטער שטע־רען פון זיי איז אַלפאַ ציגני. צו דרום זייט פון ציגנוס גע־פינט זיך לירא, וועלכע ענטהאַלט דעם שטערן וועגא, א זעהר העלער שטערן פון בלוי־ווייסליכען קאָליר. צו דרום פון וועגא גע־פינען זיך פיער בלאַסע שטערן וועלכע זיינען אויסגעשטעלט אין דער פאָרם פון א שיעפען פיער־עק. צו דרום פון לירא, אין מילך־

וועג געפינט זיך אקווילא (דער אָדלער), וועלכע ענטהאַלט דעם העלען שטערען אלפא אקווילא. צו דרום־מזרח פון אקווילא, גע־פינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן דעלפינוס.

אין אָנפאַנג ווינטער זעהט מען די קאָנסטעלאַציאָן פעגאַסוס (דער פליהענדער פערד) און אייניגע פון דעם זאָדיאַק (טיער־קרייז) אָבער זיי ענטהאַלטען ניט קיין העלע שטערען.

די גרעסטע צאָהל פון די שטערען ענדערען ניט זייער אויסזעהן. עס זיינען אָבער פאַראַן מאַנכע שטערען, וועלכע ענדערען זייער העלקייט פון צייט צו צייט. זיי ווערען אָנגערופען וואַריאַבעלע אָדער פערענדערליכע שטערען.

אייניגע פון דיזע שטערען ענדערען זייער אויסזעהן אַזוי אונ־רעגעלמעסיג, דאַס מען קען קיין געזעץ ניט בעשטימען, לויט וועלכען זייערע ענדערונגען קומען פאָר. דער שטערען עטא ארגוס, למשל, האָט זיך פאָר דעם יאָהר 1830 אַזוי געענדערט אין זיין העלקייט, דאָס פון א שטערען פון ערשטער קלאַס איז ער געוואָרען פון פיער־טער קלאַס. פון יאָהר 1830 ביז 1843 פלעגט ער אָבער מאַנכעס־מאָל ווערען אַזוי העל כמעט ווי דער שטערען סיריוס. שפעטער האָט ער אָנגעהויבען צו ווערען אלץ בלאַסער ביז מען האָט איהם אין גאַנצען מעהר ניט געקענט זעהן מיט'ן נאַקעטען אויג. שפעטער האָט ער ווידער אָנגעפאַנגען צו ווערען עטוואס העלער.

די מייסטע פון די פערענדערליכע שטערען אָבער האָבען א געוויסע רעגעלמעסיגקייט אין די ענדערונגען פון זייער העלקייט. זיי ווערען העלער, נאָכדעם ווערען זיי בלאַסער, נאָכדעם ווידער העלער ביז א געוויסער צייט־פעריאָדע. זיי ווערען אָנגערופען פע־ריאָדישע שטערען.

די פעריאָדען זיינען ניט ביי אַלע שטערען גלייך. אַנדערע קירצער, אַנדערע לענגער, אַנדערע דויערען בלויז אייניגע שטונ־דען, אַנדערע ביז 2 יאָהר. זיי ווערען דעריבער איינגעטיילט אין פערשיעדענע טיפען. ווען מען זאָגט, למשל, אַז א שטערען געהערט צו דעם אַלגאָל טיפ, מיינט עס צו זאָגען, אַז ער ענדערט זיך אויף אַן עהנליכען אופן ווי דער שטערען אַלגאָל.

דער שטערען אַלגאָל אָדער בעטא פערסעס, ווי ער רופט זיך מיט זיין מאָדערנעם נאָמען, איז א שטערען פון דער צווייטער קלאַס, לויט זיין העלקייט. ער ווערט אָבער אָפט אַזוי בלאַס אַזוי

ווי א שטערען פון פיערטער קלאס. דאס קומט ביי איהם פאר אלע 65 שטונדען. עס נעהמט איהם פון 3 ביז 4 שטונדען בלאס צו ווערען און נאכדעם פון 3 ביז 4 שטונדען צוריק צו בעקומען זיין העלקייט. אין 65 שטונדען ארום ווידערהאלט זיך דיזעלבינע ער־שיינונג. מען האט די לעצטע צייט אויסגעפונען, אז דיעזע ענ־דערונגען אין דעם שטערען אלגאל ווערען פעראורזאכט פון א גרויסען דונקעלען פלאנעט, וואס בעוועגט זיך ארום דעם אלגאל. דער פלאנעט איז כמעט אזוי גרויס ווי דער שטערען גופא. יע־דעם מאל ווען דער פלאנעט לויפט פאריבער די זייט פון שטערען וואס איז געווענדעט צו דער ערד, פערשטעלט ער א טייל פון זיין ליכט. דאס איז ענטדעקט געווארען דורך א ספעקטראסקאפ, מיט וועלכען מען האט געמאסטען די ליכטיגקייט פון דעם שטערען אלגאל. דער ספעקטראסקאפ האט בעוויזען, אז אויף דעם אלגאל קומט פאר אן עקליפס (פערפינסטערונג) דעם פלאנעט קען מען אבער ניט זעהן.

דער שטערען בעטא ליראַ ענדערט זיין העלקייט איין מאל אין יעדע 6 טעג. עס ווערט אנגענומען, אז דער דאזיגער שטערען בעשטעהט פון צוויי אוואלע (לאנגלעך רונדע) שטערען, איינער א גרעסערער און איינער א קלענערער, וועלכע זיינען אזוי נאהנט איי־נע צו די אנדערע, דאס זיי בעריהרען זיך. דיעזע צוויי שטערען בעוועגען זיך איינער ארום דעם אנדערען אין אן ארביט. ווען דער קלענערער און בלאסערער שטערען קומט אין דער זייט פון ארביט, וועלכער איז געווענדעט צו אונז, פערשטעלט ער אביסעל דאס ליכט פון דעם גרויסען העלען שטערען און ער ווערט דערי־בער בלאסער.

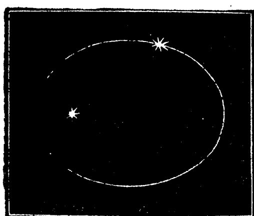
דער שטערען מירא צעטי ענדערט זיין העלקייט איין מאל אין יעדע 11 חדשים. דעם דאזיגען שטערען קען מען געוועהנליך ניט זעהן מיט'ן נאקעטען אויג, אבער איין מאל אין יעדע 11 חדשים ווערט ער אזוי העל, דאס מען קען איהם זעהן גאנץ קלאר אהן א טעלעסקאפ. דאן פאנגט ער אן וויעדער צו ווערען בלאסער ביז אין צוויי אדער דריי וואכען ווערט ער אין גאנצען פערשוואונדען פון אויג און מען קען איהם בלויז זעהן מיט א טעלעסקאפ.

עס זיינען פאראן שטערען וואס ענדערען זייער קאליר. דער שטערען סיריוס, למשל, איז מיט צוויי טויזענד יאהר צוריק גע־

ווען פון רויטליכען קאָליר און היינט איז ער פון א ווייס־בלויליכען קאָליר.

א סך שטערען זעהען אויס אין אונזערע אויגען ווי איינ־צעלנע שטערען, ווען מען קוקט אָבער אויף זיי מיט א טעלעסקאָפּ זעהט מען, אז דאָס זיינען צוויי שטערען נאָהנט איינער צום אַנ־דערען. אזעלכע שטערען ווערען אָנגערופען דאָפּעל שטערען. אזעלכע שטערען זיינען שוין אָנגעצעהלט געוואָרען עטליכע טוי־זענד און אַלע גייע ווערען ענטדעקט.

די פראגע איז אָבער, אויב די דאָפּעל שטערען זיינען ווירק־ליך נאָהנט איינער צום אַנדערען אָדער עס דוכט זיך אונז בלויז, ווייל זיי געפינען זיך אויף איין ליניע איינער איבער דעם אַנדע־רען. פון מעהרערע בעאָבאַכטונגען און אונטערזוכונגען איז מען דערגאַנגען, אז כמעט אַלע דאָפּעל־שטערען זיינען טאַקע נאָהנט איינער צום אַנדערען און אַז דיביידע שטערען בעוועגען זיך איינער אַרום דעם אַנ־דערען. דאָס ווערט אָנגערופען א צוויי־סיסטעם. די צייט, וואָס עס דויערט, אַז איין שטערען זאָל זיך אַרומדרעהען אַרום דעם צווייטען ווערט אָנגערופען פעריאָדע. די פעריאָדע פון די מייסטע צוויי־סיסטעמס איז זעהר א לאַנגע — עטליכע יאָהר־הונדערט. אַנדערע האָבען אָבער קירצערע פעריאָדען — ווע־ניגער ווי א יאָהר־הונדערט.



ציכנונג 99. דער אָרביט פון א דאָפּעל־שטערען.

מאַנכעס מאָל זיינען ביידע שטערען פון דעם צוויי־סיסטעם אונגעפעהר פון דערזעלבער גרויס און העלקייט. אין איינינע פע־לע אָבער איז איין שטערען פיעל קלענער. ביי פיעלע שטערען האָט מען אויסגעפונען, אז די בעגלייטער אָדער סאַטעליטען זייערע זיי־נען זעהר קליינע, ווי דאָס איז דער פאַל ביי די שטערען סיריוס און פראָציאָן.

איצט ווען מיר ווייסען, אז די שטערען זיינען גרויסע זונען, פיעל גרעסערע זונען ווי די ערד, שטעלט זיך די פראַגע, אויב אונזער זון האָט 8 דונקעלע פּלאַנעטען, וועלכע בעוועגען זיך אַרום

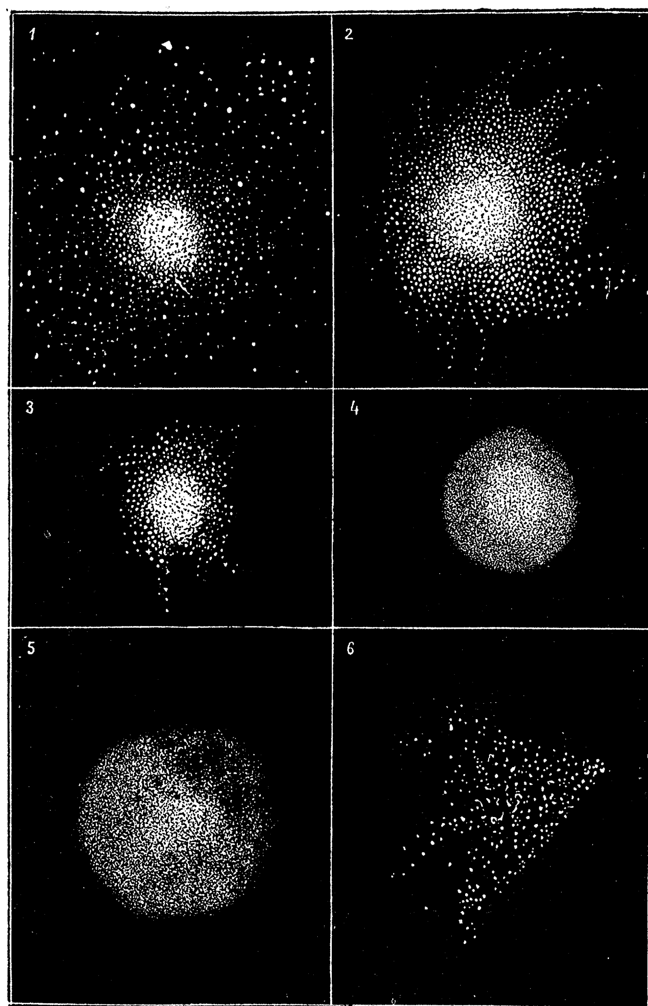
איהר, טא ווארום זאל מען ניט אננעהמען, אז אויך די אנדערע זונען (די שטערען) האבען פלאנעטען וועלכע בעוועגען זיך ארום זיי? קיין זיכערער ענטפער קען מען אויף דיעזער פראגע ניט געבען. עס קען זעהר מעגליך זיין, אז יעדער שטערען האט זיינע פלאנעטען, וועלכע בעוועגען זיך ארום איהם, אבער מען קען זיי ניט זעהן, זיי זיינען צו זייט פון אונז. ווען מיר זאלען קענען ארויפ־פליהען אויף איינעם פון די שטערען און מיטנעהמען מיט זיך דעם בעסטען טעלעסקאפ, וואלטען מיר פון דארטען ניט געקענט זעהן אפילו די שפור פון דעם גרעסטען פון אונזערע פלאנעטען. פון די ווייטערע שטערען וואלטען מיר אפילו ניט געקענט זעהן די זון. מיר האבען אבער בעווייזע, אז די שטערען, וועניגסטענס מאנכע פון זיי, האבען יא ארום זיך פלאנעטען. עס איז שוין דערמאהנט געווארען, אז לויט ווי דער ספעקטראסקאפ ווייזט, האט דער שטערען אלגאל זעהר א גרויסען פלאנעט, וואס בעוועגט זיך ארום איהם.

ווען מען קוקט מיט א טעלעסקאפ אויפ'ן הימעל זעהט מען אין פערשיעדענע פלעצער גרויסע בינטלעך אדער קופעס שטערען, וועלכע זיינען אזוי געדיכט, דאס מען קען קוים אבטיילען איין שטערען פון דעם אנדערען. א סך פון אזעלכע שטערען בינטלעך געפינען זיך אין דעם מילך־וועג. ניט קוקענדיג אבער אויף דעם, וואס אונז ווייזט אויס, אז די שטערען אין בינטעל זיינען אזוי גע־דיכט, דאס מען קען זיי קוים אבטיילען איינע פון די אנדערע, זיינען זיי אין דער ווירקליכקייט מיליאנען מייל ווייט איינע פון די אנדערע. דאס גיט אונז ווייטער א בעגריף וועגען דער גרויס־קייט און אונענדליכקייט פון וועלט רוים.

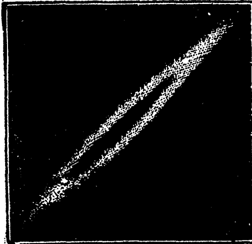
קוקענדיג מיט א טעלעסקאפ אויפ'ן הימעל בעמערקט מען אין פערשיעדענע פלעצער אזעלכע מאטע ליכטיגע מאסען, עהנליך צו דינע שטיקער וואלקען אדער נעבעל־פלעקען. מען האט עס א נא־מען נעגעבען נעבולא (נעבעל, וואלקען).

מען האט שוין ביז איצט אנגעצעהלט מעהרערע טויזענד נע־בולאס. אונטערזוכענדיג די נעבולאס מיט א ספעקטראסקאפ, האט מען אויסגעפונען, אז זיי בעשטעהען פון מאסען גליהענדע גאזען.

א וואונדער־שעהנעם בילד שטעלט מיט זיך פאר די גרויסע נע־בולא פון אריאן. דיעזע נעבולא קען מען אויך זעהן מיט'ן נאקעטען אויג. זי זעהט אויס ווי א בלאסער שטערען פון פיערטען גראד.



ציכנונג 100. פערשיעדענע שטערען־בינטלעך: 1) אין ליב־ראַ, 2) אין הערקולעס. 3) אין קאפריקארנוס׳ 4) אין סערפּענס. 5) אין אקוואַריוס. 6) אין געמיני.

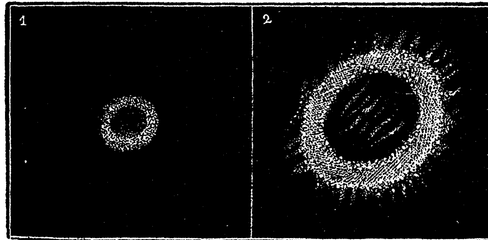


ציימכנונג 101. אַן עליפּטישער נעבעל־פלעק נאָהנט פון שטערן גאַמאַ אַנדראָמעדאַ.

איהר שענקייט זעהט מען אָבער בלויז מיט א טעלעסקאָפּ. נאָהנט פון דעם ראַנד פון דיעזער נעבולא זעהט מען מיט א גוטען טעלעסקאָפּ א דונקעלע גרוב, וועלכע איז אויסגעזעעט מיט א גרויסער מאַסע שטערען, פון וועלכע פיער שיינען העלער ווי אַלע אַנדערע. מען רופט זיי דאָס טראַפּעציום.

אויך די נעבולאַ אַנדראָמעדאַ קען מען זעהן מיט'ן נאַקעטען אויג. זי זעהט אויס ווי א מאַטער ליכט־פלעק, לאַנג־רונדלעך ווי אַן איי.

די נעבולאַס האָבען פערשיעדענע פאָרמען. די נעבולאַ פון לירא האָט די פאָרם פון אַן איי, וואָס אין מיטען איז זי דונקעל און ביים ראַנד העל. עס זעהט אויס ווי א לענגליכער רינג. מיט א שוואַכען טעלעסקאָפּ זעהט מען בלויז דעם רינג, און מען רופט זי דעריבער די רינג נעבולאַ פון לירא.



ציימכנונג 102. רינג־פערמיגע נעבעל־פלעקען אין דער שטערען־קאָנסטעלאַציאָן לירא ניט וויים פון דעם שטערען וועגאַ.

מען האָט די לעצטע צייט אויסגעפונען, אז עס זיינען פאַראַן טויזענדע נעבולאַס, וועלכע מען קען אפילו ניט זעהן מיט די בעסטע טעלעסקאָפּען. מען געפינט זיי בלויז אויס דורך די עמפּפינדליכע פאָטאָגראַפישע פלאַטען, וועלכע ווערען אריינגעשטעלט אין דעם אָביעקטיוו פון א גרויסען טעלעסקאָפּ. דורך אזעלכע עמפּ־

פינדליכע פאָטאָגראַ־
פישע פּלאַטען האָט
מען אויסגעפונען
טויזענדער שטערען,
וועלכע מען האָט ניט
געקענט ענטדעקען
דורך די בעסטע טע־
לעסקאָפּען. די פאָ־
טאָגראַפישע פּלאַטען
זיינען אַזוי עמפּפינד־
ליך, אַז דאָס שוואַכ־
סטע ליכט האָט אויף
זיי אַן איינפלוס און
זיי פאָטאָגראַפירען
די וויַיטסטע שטע־
רען, וועלכע מען קען
ניט זעהן מיט דעם
בעסטען טעלעסקאָפּ.
מיט דער הילף פון
אַזעלכע פּלאַטען
האָט מען פאָטאָגראַ־
פירט דעם גאַנצען
הימעל און מען האָט
צונויפגעשטעלט א
שטערען־מאַפּע פון
גאַנצען הימעל. די
דאָזיגע פאָטאָגראַפי־
שע אויפנאהמע האָט
געקאָסט איבער צוויי
מיליאָן דאָלאַר. עס
זיינען אויך צונויפ־
געשטעלט געוואָרען
פון פערשיעדענע
אַסטראָנאָמען שטע־



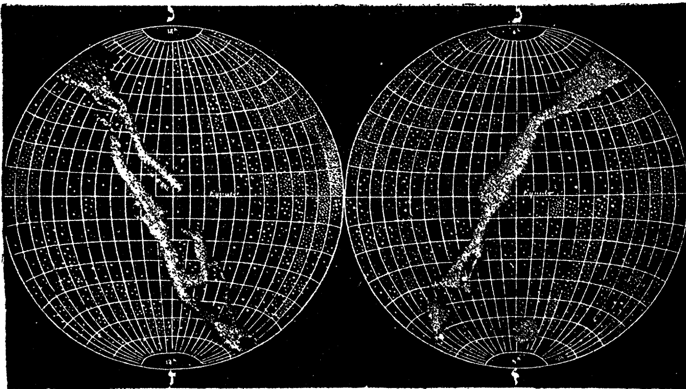
ציַיכנונג 103. די גרויסע נעבולא פון אָריאָן.



ציַיכנונג 104. א שפּיראַל־פערמיגער נע־בולא אין דער שטערען קאָנסטעלאַציאָן קאָנעס ווענאַטיצי.

רען־מאַפּעס, לויט די בעאָבאַכטונגען, וואָס זיי האָבען געמאַכט מיט זייערע טעלעסקאָפּען.

פון די נעבולאַס איז מען געקומען צו דער טעאָריע אַז די זון, די פּלאַנעטען און שטערען האָבען זיך געבילדעט דורך דער שטופענווייזער אָבקיהלונג פון די נעבולאַס. דיעזע טעאָריע איז בעשריבען געוואָרען אויספיהרליך אין איינעם פון די פריהערדיגע קאַפּיטלען. אָבער די אַלע טעאָריען וועגען דער בעשאַפונג פון דער וועלט ווי שעהן און ווי שכל׳דיג זיי זאָלען ניט זיין, זיינען בלויז



צייכנונג 105. דער מילך־וועג און נעבעל־פלעקען.

השערות. דער מענש מיט זיין שכל און מיט זיין וויסענשאַפט האָט ביז איצט געקענט דערגרייכען צו שטודירען די נאַטור, לערנען איהרע געזעצען און בעגרייפען איהרע ערשיינונגען. ער האָט אָבער ביז היינט נאָך ניט געקענט אריינדרינגען אין דער גרויסער גע־היימניס, ווי אַזוי און ווען די וועלט איז בעשאַפען געוואָרען. ער קען בלויז מאַכען השערות. און אויך צו זיי איז פאַראַן אַ גרענעץ. ער קען צוקומען מיט זיי ביז דעם גליהענדען גאַז, פון וועלכע די הימעלשע קערפּער זאָלען זיך האָבען ענטוויקעלט. אָבער ווי אַזוי איז דער גליהענדער גאַז געוואָרען? פון וואַנען האָט ער זיך גענומען? — דאָ בלייבען מיר שטעהן און מיר קענען אַפילו ניט פּראָבירען טרעפען. אונזער שכל, אונזער וויסען איז דאָ פּאָלשטענ־דיג מאַכטלאָז.

שלום־וואָרט

וואָס זיינען די פּראַקטישע נוצען פון אַסטראָנאָמיע? אייגענטליך איז די ערשטע גרעסטע נוצען וואָס מען האָט פון אַ וויסענשאַפט דאָס וויסען גופא. וויסען און פערשטעהן די וועלט מיט איהרע נאַטור־ערשיינונגען איז אַ העכסט וויכטיגע זאַך פאַר זיך אַליין, ווען מען זאָל אַפילו קיין פּראַקטישע נוצען ניט האָבען.

די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט האָט אָבער דאָך אויך גרויסע פּראַקטישע נוצען.

דער רייזענדער אין אַ וויסטענים און דער שיפס־קאַפּיטאַן אויפ׳ן ים דאַרף אימער וויסען אויף וואָס פאַר אַ פּונקט פון דעם ערד־קוגעל ער געפינט זיך. און מיט דער הילף פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט, מיט דער הילף פון אַסטראָנאָמישע אַפּאַראַטען און אינסטרומענטען און זייענדיג בעקאַנט מיט די פּאָזיציעס פון די שטערען אין הימעל קען ער אימער וויסען אויף וואָס פאַר אַ פּונקט פון דער ערד ער געפינט זיך.

מיר ווייסען שוין, אַז די ערד איז איינגעטיילט אין פּאַראַלעל־קרייזען, מערידיאַנען און גראַדען. דורך דיעזער איינטיילונג קען מען מיט דער הילף פון געוויסע אַסטראָנאָמישע אינסטרומענטען בעשטימען אויף וועלכען גראַד פון ערד־קוגעל מען געפינט זיך.

דער פּאָלאַר שטערען איז דער וועג־ווייזער פון וועמען מען קען אויסגעפינען אין וועלכער ברייט פון ערד־קוגעל מען געפינט זיך, ווי ווייט פון עקוואַטאָר און ווי ווייט פון נאָרד־פּאָל. מען דאַרף בלויז אויסמעסטען די הויך פון דעם פּאָלאַר־שטערען איבער דעם האָריזאָנט.

ווען מען איז אויף דעם נאָרד־פּאָל קומט אויס דער פּאָלאַר־שטערען גראַד איבער׳ן קאָפּ, ער איז אויפ׳ן זעניט, ווי מען זאָגט עס אויפ׳ן אַסטראָנאָמישען לשון. וואָס ווייטער אָבער מען רוקט זיך אָב פון נאָרד־פּאָל צו דרום, אין דער ריכטונג צום עקוואַטאָר אַלץ מעהר לאָזט זיך דער פּאָלאַר־שטערען אַראָב צום האָריזאָנט.

ווען מען איז אויפ'ן עקוואַטאָר זעהט מען דעם פּאָלאַר־שטערען ביים זוים פון האָריזאָנט.

ווען מען פאָהרט, אלזאָ, פון צפון צו דרום, זעהט מען, ווי דער פּאָלאַר־שטערען לאָזט זיך אראָב אלץ ניעדריגער צום האָריזאָנט, און ווען מען פאָהרט פון דרום צו צפון, זעהט מען, ווי דער פּאָלאַר־שטערען הויבט זיך אלץ אויף העכער פון האָריזאָנט. מעסטענ־דיג יעדעם מאָל מיט א געוויסען אינסטרומענט דעם ווינקעל צווישען דעם זעניט און דעם פּאָלאַר־שטערען קען מען גענוי בע־שטימען אויף וועלכען ברייט־גראַד פון דער ערד מען געפינט זיך, דאָס הייסט וויפיעל גראַד פון עקוואַטאָר מען איז.

אום אויסצוגעפינען אויף וועלכער לענגען־גראַד, דאָס הייסט ווי ווייט מען איז פון ערשטען מערידיאַן, בענוצט מען זיך מיט א ספּעציעל גוט רעגולירטען זייגער, א כראָנאָמעטער.

מיר ווייסען, אז פון איין מערידיאַן ביז'ן צווייטען איז איין גראַד. דער ערד־קוגעל איז געטיילט אין 360 גראַד. אין 24 שטונ־דען דרעהט זיך דער ערד־קוגעל ארום ארום זיין אָקס. דאָס הייסט, אז אין 24 שטונדען דרעהט זיך די ערד ארום 360 גראַד, אין א שטונדע, אלזאָ, 15 גראַד. ווען מען שטעלט, אלזאָ, אָן דעם כראָ־נאָמעטער פּינקטליך אויף דעם ערשטען מערידיאַן, וואָס געהט דורך גריניטש, ענגלאַנד, קען מען פון די שטונדען, מינוטען און סעקונדען פון כראָנאָמעטער גענוי בעשטימען אויף וועלכער גראַדען־לענג מען געפינט זיך, ווען מען נעהמט א געוויסען שטערען און מען בע־טראַכט זיין שיינבאַרע בעוועגונג (צוליעב דעם, וואָס די ערד דרעהט זיך שיינט אונז, אז די שטערען בעוועגען זיך). ער בעוועגט זיך אין א שטונדע 15 גראַד. און האָבענדיג די נויטיגע אסטראָנאָמישע טאַבעלען און קאַרטען קען מען יעדעם מאָל, קוקענדיג אויף דער צייט פון כראָנאָמעטער בעשטימען, אויף וועלכען לענגען־גראַד פון דער ערד מען געפינט זיך.

די אסטראָנאָמישע וויסענשאַפט האָט, אלזאָ, א וויכטיגען פּראַקטישען ווערט, אויסער וואָס זי איז העכסט אינטערעסאַנט, וואָס זי ענטדעקט פאַר אונז די געהיימניסען פון הימעל און טראָגט אונז אריבער פון אונזער קליינער ערד' אין דעם גרויסען, אונענד־ליכען וועלט־רוים, אין א וועלט פול מיט וואונדער־וועלטען.